

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Л. А. Назаренко, О. Л. Черкашина

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
з курсу

**РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ**  
**СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ**

*(для студентів 5 курсу всіх форм навчання спеціальності  
7.05070105, 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла»)*

**Харків**  
**ХНАМГ**  
**2012**

**Назаренко Л. А.** Конспект лекцій з курсу «Розрахунок і конструювання світлових приладів» (для студентів 5 курсу всіх форм навчання спеціальності 7.05070105, 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла») / Л. А. Назаренко, О. Л. Черкашина; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 88 с.

Автори: Л. А. Назаренко,  
О. Л. Черкашина

Рецензент: доц. Л. Д. Гуракова

Рекомендовано кафедрою «Світлотехніки і джерел світла»,  
протокол № 2 від 13 жовтня 2009 р.

## Список скорочень

ДСТУ – державні стандарти України  
ЕСКД – єдина система конструкторської документації  
УДК – універсальна десяткова класифікація  
ТЗ - технічне завдання  
НДР – науково-дослідна робота  
РД – робоча документація  
ДКР – дослідно-конструкторська робота  
ТЗО – техніко-економічне обґрунтування  
ТУ – технічні умови  
НТД – науково-технічна документація  
ТКВ - технологічність конструкції виробу  
МКВ - міжнародна класифікація винаходів  
НКВ — національна класифікація винаходів  
БД – бази даних  
ДПА - довідково-пошуковий апарат  
ВПТБ - всесоюзна патентно-технічна бібліотека  
ВНТІ - відділ науково-технічної інформації  
СП - світловий прилад  
ОУ – освітлювальна установка  
ОП – освітлювальний прилад  
КСС – крива сили світла  
ДС - джерело світла  
ККД - коефіцієнт корисної дії  
ІЧ – інфрачервоний  
УФ – ультрафіолетовий  
ПРА – пуско-регулююча апаратура  
ЛР – лампа розжарювання  
ГЛР - галогенна лампа розжарювання  
ЛЛ – люмінесцентні лампи  
ДРЛ – дугова ртутна люмінесцентна  
МГЛ – металогалогенна  
ЕП – електроустановочний пристрій  
ДРІ – дугова ртутна іодідна  
ДнаТ – дугова натрієва трубчата лампа  
НЛВТ – натрієва лампа високого тиску  
ДРІШ - металогалогенна лампа короткодугова

|  |    |
|--|----|
| Вступ.....   | 6  |
| 1. Розробка світлових приладів.....                              | 7  |
| 1.1 Загальні положення і методологія конструювання .....         | 9  |
| 1.2 Основи конструювання світлових приладів .....                | 10 |
| 1.3 Загальні правила конструювання СП.....                       | 14 |
| 1.4 Методи конструювання.....                                    | 16 |
| 2. Патентні дослідження .....                                    | 17 |
| 2.1 Експертиза на патентну чистоту.....                          | 21 |
| 2.2 Експертиза на новизну (патентоспроможність) .....            | 22 |
| 2.3 Експертиза на конкурентоспроможність .....                   | 22 |
| 3. Показники якості й параметри світлових приладів.....          | 23 |
| 3.1 Функціональність СП.....                                     | 24 |
| 3.2 Надійність СП.....   | 26 |
| 3.3 Економічність СП.....  | 27 |
| 3.4 Ергономічність СП .....                                      | 28 |
| 3.5 Естетичність СП .....  | 29 |
| 3.6 Технологічність СП.....                                      | 29 |
| 3.7 Стандартизація й уніфікація СП.....                          | 32 |
| 3.8 Патентоспроможність СП.....                                  | 35 |
| 3.9 Безпека СП.....  | 35 |
| 3.9.1 Електрична безпека .....                                   | 36 |
| 3.9.2 Пожежна безпека .....                                      | 37 |
| 3.9.3 Вибухова безпека.....                                      | 38 |
| 3.9.4 Світлотехнічна безпека .....                               | 39 |
| 3.9.5 Механічна безпека .....                                    | 40 |
| 3.9.6. Термічна безпека.....                                     | 40 |
| 3.9.7 Акустична безпека.....                                     | 41 |
| 3.10 Транспортабельність СП.....                                 | 41 |
| 3.11. Контролездібність .....                                    | 41 |
| 3.12 Екологічність СП.....                                       | 41 |
| 3.13 Соціальне призначення СП.....                               | 42 |
| 4. Принципи вибору оптичних систем світлових приладів.....       | 42 |
| і підвищення їхньої світлотехнічної ефективності .....           | 42 |
| 4.1 Світлотехнічні вимоги (показники якості) .....               | 42 |
| 5.1.1 Вимоги до світлорозподілення .....                         | 43 |
| 4.1.2 Вимоги до освітленості .....                               | 45 |
| 4.1.3 Вимоги до захисних кутів і характеристик, яскравості.....  | 46 |
| 4.2 Врахування пристроїв джерел світла при конструюванні СП..... | 49 |

|  |    |
|--|----|
| 5. Тепловий режим і врахування його .....                                  | 52 |
| при конструюванні світлових приладів .....                                 | 52 |
| 5.1 Шляхи зниження теплонапруженості конструкцій .....                     | 52 |
| 5.1.1 Теплотехнічний поділ зон за допомогою тепловідбиваючих екранів ..... | 52 |
| 5.1.2 Використання інтенсивної природної вентиляції .....                  | 53 |
| 5.1.3 Покращення тепловідводу шляхом підвищення теплопровідності .....     | 55 |
| 5.1.4 Використання термопоглинаючого фільтру .....                         | 56 |
| 5.1.5 Примусове повітряне охолодження СП .....                             | 56 |
| 5.1.6 Вибір типів ПРА .....  | 57 |
| 5.1.7 Примусове водяне охолодження .....                                   | 58 |
| 5.1.8 Випарні системи охолодження СП .....                                 | 59 |
| 5.1.9 Спеціальні системи охолодження .....                                 | 59 |
| 6. Принципи конструювання вузлів СП .....                                  | 60 |
| 6.1 Конструкції стику й ущільнення корпусів і розсіювачів СП .....         | 60 |
| 6.2 Вузли введення і прокладення дротів .....                              | 64 |
| 6.3 Вузли монтажу світлових приладів .....                                 | 67 |
| 6.4 Конструкція торцевин і обрамлень світильників .....                    | 71 |
| 6.5 Вузли регулювання положення світлових приладів .....                   | 72 |
| 7. Фактори, що знижують технічний рівень світильників .....                | 75 |
| 8. Сучасні вимоги, що висуваються до конструкцій СП .....                  | 78 |
| Висновки .....   | 85 |
| Список джерел .....  | 85 |
| Додаток А .....  | 87 |

## Вступ

Зір – основне джерело нашого чуттєвого сприйняття, майже 80% сигналів поступає через наші очі в мозок як світлові. Тому світло відіграє важливу роль у нашому житті:

- у промисловості, торгівлі, освіті;
- у лікарнях і пунктах медичного обслуговування;
- на дорогах і населених пунктах;
- у спортивній діяльності, на відпочинку.

Крім того, освітлення безпосередньо впливає на наше здоров'я і самопочуття, в основному через нещодавно відкритий третій фоторецептор. Важливість освітлення підкреслюється і багатьма стандартами з освітлення робочих місць в середині і зовні споруд, аварійного освітлення, освітлення спортивних споруд і з вуличного освітлення.

Ефективність освітлення, його вплив на користувачів і оточуюче середовище визначається відповідністю одержання зорової ефективності, енергоефективності і комфорту. Належне сполучення цих трьох компонентів у процесі проектування забезпечує високу якість проектів освітлення (і світлових приладів).

Якісне світло необхідне починаючи від освітлення операційних полів і завершуючи лазерною підсвіткою цілей або істотно віддалених об'єктів. У сфері завдань світлотехніки також розглядають архітектурне освітлення (соціальні, культурні та спортивні об'єкти), художнє освітлення (шоу-бізнес, реклама, кіно, театр), а також спеціальне освітлення (біологічні, технологічні і науково-дослідні зони від мікро до макро розмірів, причому як стаціонарні, так і мобільні).

Світлові прилади (СП) – це електротехнічні вироби, які мають відповідати комплексу світлотехнічних, електротехнічних, монтажно-експлуатаційних вимог, вимог безпеки згідно з ДСТУ. Сучасні світлові прилади відрізняються від пристроїв попередніх поколінь наявністю енергозберігаючих технологій і комп'ютерними методами моделювання, оснащені складною електронікою, побудовані на "інтелектуальних" принципах регулювання світлових потоків і їхніх похідних.

Розробка і конструювання СП – це процес створення нового приладу, що складається з вибору й розрахунку форми та розміру, загального компоновання та взаємного розташування елементів та вузлів виробу, способу їхньої взаємодії, вибору матеріалів і покриття.

## 1. Розробка світлових приладів

Розробка нового СП – складне завдання, яке пов'язане не тільки з досягненням необхідного технічного рівня цього СП, але і з максимальним зниженням затрат праці, матеріалів і енергії на його розробку, виготовлення, зберігання та транспортування, монтаж, технічне обслуговування та ремонт.

Під розробкою необхідно розуміти процес розробки СП як складних виробів з багатофункціональними зв'язками складових вузлів і елементів; як невід'ємної частини ОУ, що постійно працює в динамічному режимі, залежному від умов і тривалості експлуатації та характеризується статистичними параметрами; як об'єктів серійного і масового виробництва з певною технологією.

Розробка включає:

- 1) формування вимог до СП на основі виявлених умов експлуатації та виробництва;
- 2) реалізацію цих вимог при створенні виробу, тобто при його безпосередньому конструюванні.

Розробка має базуватися на формуванні вимог:

- класифікації СП за конструктивно-технологічними ознаками і споживчими властивостями на основі мінімізації числа класів конструктивно-світлотехнічних схем, типових КСС, ступенів захисту СП і т.д., що дозволяє мати найменшу номенклатуру уніфікованих вузлів і деталей, а отже, технологічного оснащення та обладнання, при можливому розширенні асортименту виробів;

- врахуванні впливу умов експлуатації (включаючи можливості обслуговування і параметри навколишнього середовища, особливості й умови зберігання, транспортування та монтажу) на техніко-економічні характеристики СП;

- статистичних даних лабораторних і експлуатаційних випробувань різних матеріалів, покриттів та самих СП всіляких конструктивних виконань при роботі в типових умовах;

- статистичних даних про надійність роботи комплектуючих СП електротехнічних виробів;

- врахуванні впливу вибраної технології виготовлення і технологічного обладнання на виробничі й функціональні характеристики СП з цього матеріалу;

- врахуванні сучасних естетичних вимог.

Розробка СП як складних виробів передбачає послідовно-паралельне здійснення макроконструювання (зовнішнього конструювання) і мікроконструювання (внутрішнього конструювання) виробів на основі формулювання комплексу вимог до функціональних і техніко-економічних показників СП з урахуванням умов виробництва (перш за все його масштабу і необхідного ступеня механізації) й експлуатації (включаючи стадії складання, транспортування, монтажу й обслуговування).

Під макроконструюванням мається на увазі процес:

- 1) обґрунтованого вибору типу і потужності КСС;
- 2) вибору необхідної ефективної КСС з урахуванням нормованих світлотехнічних параметрів ОУ, будівельних характеристик освітлюваних приміщень, можливого розташування й електричного живлення СП в установці з урахуванням планованого обслуговування, режиму роботи СП і вартості електричної енергії;
- 3) обґрунтованого вибору конструктивно-світлотехнічної схеми СП, його конструктивного виконання за ступенями і класами захисту, за групами і рівнями вибухозахисту, основних конструкційних і світлотехнічних матеріалів, а також комплектуючих виробів з урахуванням умов, режимів і способів експлуатації та заданого терміну служби СП в цих умовах; загального компоувального рішення СП;
- 4) обґрунтованого вибору конструктивних рішень СП, що забезпечують їх монтаж (механічну установку й електричне підключення) з урахуванням захисних конструкцій приміщень, особливо для вбудованих виконань СП;
- 5) дизайнерського опрацювання форми, матеріалу, кольору СП, відповідності інтер'єру або обладнанню;
- 6) технологічного опрацювання вибраного принципового конструкторського рішення з врахуванням характеристик матеріалів, масштабу виробництва, можливостей існуючого технологічного обладнання або спеціально створюваного технологічного обладнання;
- 7) оцінки і зіставлення витрат на виробництво СП та ефекту у споживача при різних конструкторських рішеннях СП, вибраній технології та досягнутих характеристиках.

Під мікроконструюванням мається на увазі процес:

- 1) проведення комплексу світлотехнічних, теплотехнічних, міцнотехнічних розрахунків і розрахунків характеристик надійності СП з метою забезпечення виконання вимог, які висуваються;
- 2) ухвалення і перевірки різних компоувальних рішень, наприклад, з погляду розташування комплектуючих електротехнічних виробів для зниження їхнього взаємного впливу і полегшення обслуговування;
- 3) вибору найбільш ефективних схемних електротехнічних рішень;
- 4) ухвалення конкретних конструкторських рішень окремих вузлів і елементів СП;
- 5) варіювання матеріалів і покриттів вузлів і деталей, а також технології їхнього виготовлення;
- 6) оцінки можливості мінімізації габаритів СП і витрат матеріалів з урахуванням допустимої зміни характеристик ламп, комплектуючих виробів і матеріалів під впливом робочих і аварійних режимів роботи;
- 7) визначення вартості 1 Млмч корисної світлової енергії і базових показників технологічності виробу, якій розробляється;



8) випробування макетів і зразків, що мають ухвалені конструкторські рішення, й аналізу результатів випробувань;

9) порівняння СП із вітчизняними і зарубіжними аналогами та оцінювання його технічного рівня;

10) установлення і записування в нормативно-технічну документацію регламенту режимів роботи, режимів і способів обслуговування.

Конструювання СП має завершуватися ресурсними випробуваннями, необхідного для отримання достовірних даних числа зразків в умовах, близьких до заданих експлуатаційних, і подальшим доведенням СП - усуненням виявлених слабких місць конструкції.

## **1.1 Загальні положення і методологія конструювання**

Конструювання – процес створення нового СП, що передбачає вибір форми і розмірів, загального компанування і взаємного розташування частин, елементів і вузлів СП, способу їхнього взаємодії та з'єднання, матеріалу покриттів з урахуванням технології виготовлення й особливостей технологічного обладнання, що забезпечують задані масштаби виробництва. У процесі конструювання має бути виконаний весь комплекс вимог до СП.

Відомо чотири види конструювання СП (табл. 1.1):

- 1) конструювання нових виробів;
- 2) модернізація;
- 3) модифікація;
- 4) удосконалення виробів.

При цьому під модернізацією розуміється створення СП з поліпшеними властивостями шляхом обмеженої зміни (що не виходить за встановлені межі) початкового СП.

Під модифікуванням мається на увазі процес розробки СП, однорідних із початковим (типовим), але з відмінною від нього сферою застосування шляхом обмеженої зміни початкового СП. При цьому сфера застосування СП визначається номенклатурою і значеннями функціональних та вхідних параметрів (наприклад, напруги і частоти електричного струму в мережі), а також значеннями параметрів опірності дії навколишнього середовища.

Вдосконалення СП – це зміна СП, що підвищує ефективність виробництва без суттєвого покращення їхніх основних властивостей.

Таблиця 1.1 – Види конструювання

| Конструювання принципово нових СП   | Конструювання з метою модернізації  | Конструювання з метою модифікації  |
|---|---|--|
| <b>Зміст завдання конструювання</b>   |   |  |
| Конструкція не відома. Завдання задане в загальній формі. Пропозиція для вирішення завдання не дана                                   | Конструкція відома. Завдання містить вимоги до удосконалення або зміни наявного рішення   | Для конструкторських завдань, що часто повторюються, є принцип їхнього розв'язання. Завдання містить всі необхідні дані для конкретного варіанта конструкції |
| <b>Види конструкторської діяльності</b>   |   |  |
| Визначення сфери застосування. Визначення вимог. Пошук нових рішень. Лабораторне випробування макету                                  | Визначення можливостей і меж удосконалення рішення. Зміна структури для виконання вимоги  | Перевірка повноти даних. Вибір і стиківка стандартних елементів. Визначення необхідних розмірів  |
| <b>Допоміжні методи</b>   |   |  |
| Прикладні дослідження. Аналіз тенденцій. Пошук ідеї   | Опрацювання помилок. Варіювання. Оптимізація  | Проектування на базі каталожних елементів  |
| <b>Допоміжні технічні засоби</b>  |   |  |
| Накопичування даних про фізичні ефекти і технічні принципи. Обробка даних за допомогою програмних продуктів (розрахунок, моделювання) | Накопичування інформації про конструктивні елементи, матеріали, технологічні параметри. Використання програмних продуктів для розрахунків, оптимізації, підготовки документів | Каталоги стандартних елементів. Використання електронних засобів обробки даних   |

## 1.2 Основи конструювання світлових приладів

Розробка СП – складний, багатоступеневий процес, для якого характерні три чітко виражені фази:

1) розробка технічного завдання (ТЗ) – процес установлення вихідних вимог і формування суто попередніх (можливих і бажаних) уявлень про об'єкт розробки;

2) розробка ескізної або технічної документації – процес техніко-економічного опрацювання інженерних рішень, здійснюваний виходячи з даних ТЗ, результатів науково-дослідних робіт (НДР) і практичного досвіду;

3) розробка робочої конструкторської документації (РД) процес матеріального втілення результатів інженерного пошуку, систематизації дослідно-промислових даних і зіставлення їх з ТЗ, внесення необхідних уточнень в документацію;

4) задача дослідно-конструкторської роботи (ДКР) замовнику.

Вихідним документом для проведення ДКР є технічне завдання (ТЗ). Технічне завдання на нову продукцію розробляють на основі вихідних вимог замовника – заявки, а також на основі результатів виконаних науково-дослідної (НДР) й експериментальних робіт, наукового прогнозування, аналізу передових досягнень і технічного рівня вітчизняної та зарубіжної техніки, вивчення патентної документації з урахуванням вимог і кон'юнктури ринку (на основі маркетингу).

#### Технічне завдання

У ТЗ на СП мають міститися наступні основні розділи:

- 1) підстава для виконання роботи;
  - 2) терміни виконання;
  - 3) виконавці;
  - 4) мета і призначення роботи;
  - 5) який виріб замінює;
  - 6) чим закінчується ДКР;
  - 7) технічні вимоги до СП;
  - 8) вимоги до рівня стандартизації та уніфікації;
  - 9) етапи і терміни виконання робіт;
  - 10) склад технічної документації, що пред'являється на узгодження і затвердження;
  - 11) найменування підприємства — виробника дослідних зразків і виробів серійного виробництва;
  - 12) орієнтовні терміни початку серійного виробництва;
  - 13) орієнтовна потреба у виробках, що розробляються, на перші два роки виробництва;
  - 14) лімітна ціна на новий СП;
  - 15) перелік основних зацікавлених організацій у розробці і виробництві нового СП.
- Основний розділ ТЗ (7) – «технічні вимоги до СП», починається із загальних вимог:

1. Номенклатура виробів, що розробляються (перелік типів, типорозмірів і виконань СП, які мають бути створені в результаті ДКР).
2. Основне призначення і сфера застосування СП.
3. Вимоги до технічного рівня виробу (група якості нових СП), посилання на стандарти, яким мають відповідати параметри СП, що розробляються.
4. Комплекс функціональних і техніко-економічних вимог, що є додатковими до приведених у стандартах і що не повторюють їх; ці вимоги мають максимально відображати специфіку призначення й умов експлуатації СП, що розробляються.

Технічне завдання супроводжується техніко-економічним обґрунтуванням (ТЕО), яке містить:

- 1) розрахунок економічної ефективності, підтверджуючий можливість отримання економічного ефекту (на стадії розробки, виробництва або застосування) в результаті виконання ДКР і впровадження в серійне виробництво;

2) порівняння параметрів СП, що розробляється з параметрами кращих вітчизняних і зарубіжних подібних виробів.

Технічне завдання супроводжується так само пояснювальною запискою.

Пояснювальна записка має містити у вступі відомості про ТЗ (назву, номер і дату затвердження) та розділи:

1. „Призначення і сфера застосування СП”.
2. „Технічна характеристика”.
3. „Опис і обґрунтування вибраної конструкції”.
4. „Розрахунки, які підтверджують працездатність і надійність нової конструкції”.
5. „Опис організації робіт із застосуванням СП, що розробляється” (питання транспортування, зберігання, монтажу й експлуатації).
6. „Рівень стандартизації та уніфікації”.

У додатку до пояснювальної записки мають бути приведені копії ТЗ, матеріали художньо-конструкторського опрацювання, списки використаних літератури і документів (наприклад, авторських свідоцтв і патентів).

#### Ескізний проект

Зміст і оформлення ескізного, технічного і робочого проектів СП мають повністю відповідати стандартам єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Ескізний проект розробляється з метою встановлення принципів (конструктивних, схемних та ін.) рішень СП, що дають загальне уявлення про принцип роботи і пристрій СП, коли це доцільно зробити до розробки робочої документації.

В ескізному проекті можуть розглядатися різні варіанти СП або його основних вузлів.

На етапі ескізного проектування виконують варіанти можливих рішень, глибина опрацювання яких мусить бути достатньою для зіставлення цих варіантів:

- 1) ухвалюють попередні рішення з питань упакування і транспортування СП;
- 2) виготовляють і випробовують макети з метою перевірки прийнятих принципів роботи;
- 3) розробляють і обґрунтовують технічні рішення, спрямовані на забезпечення передбачених у ТЗ показників надійності СП; проводять різносторонню оцінку СП на технологічність, за показниками стандартизації та уніфікації, на відповідність вимогам техніки безпеки, ергономіки і технічної естетики, на патентну чистоту і конкурентоспроможність;
- 4) вибирають оптимальний варіант конструкції;
- 5) виявляють, які нові матеріали і комплектуючі вироби мають бути розроблені іншими підприємствами, та складають технічні вимоги до цих виробів і матеріалів;
- 6) проробляють основні питання технології виготовлення нових СП.

Все оформлення документів і виконання креслень ескізного проекту мають здійснюватися згідно з ДСТУ.

Технічний проект розробляється лише для особливо складних виробів, якщо це передбачено ТЗ, з метою виявлення остаточних технічних рішень, що дають повне уявлення про конструкцію виробу, коли це необхідно зробити до оформлення робочої документації.

#### Робоча документація

Робоча документація (РД) розробляється на основі затвердженого ескізного (технічного) проекту і має містити всі дані, необхідні для виготовлення дослідних зразків (партії) виробу і для приймання ДКР. На цьому етапі розробляється комплект наступних основних документів:

- 1) конструкторська робоча документація;
- 2) експлуатаційна документація;
- 3) ремонтна документація;
- 4) технічні умови (ТУ) розробника на дослідні зразки або партію;
- 5) проект ТУ на вироби промислового виробництва;
- 6) узгоджені та затверджені ТУ на нові комплектуючі вироби і матеріали;
- 7) проект норм витрати всіх матеріалів і комплектуючих виробів;
- 8) розрахунок ціни нового СП;
- 9) патентний формуляр;
- 10) підготовлена до видання технічна інформація;
- 11) робоча технологічна документація дослідного зразка (партії) або головного виробу.

На цьому ж етапі виготовляються і випробовуються дослідні зразки нових СП і за отриманими результатами випробування коригується конструкторська і технологічна документація. Залежно від виду виробництва, на яке розраховано виріб, документації присвоюється літера «О» (для СП, призначених для масового і серійного виробництва) або «І» (для СП індивідуального виробництва).

У результаті ДКР розробник представляє замовнику:

- 1) технічну документацію;
- 2) ТЗ;
- 3) технічні умови (ТУ);
- 4) комплект робочих креслень;
- 5) протоколи випробувань зразків;
- 6) паспорт і патентний формуляр;
- 7) карти технічного рівня на СП;
- 8) дослідні зразки СП.

Після приймання зразка або партії СП здійснюється передача документації підприємству-виробнику. Кінцевими етапами ДКР є виготовлення, випробування і приймання установчої серії та коригування документації за наслідками цього приймання, перевірка і коригування документації після виготовлення виробу з оснащеного і зафіксованого технологічного процесу.

### **1.3 Загальні правила конструювання СП**

Серед загальних правил конструювання стосовно СП необхідно, в першу чергу, виділити наступні:

1) підпорядкування конструювання завданню збільшення комплексної економічної ефективності, що визначається, в першу чергу, вартістю корисної світлової енергії, яка генерується СП за весь період його використання;

2) зменшення витрати матеріалів на виготовлення СП шляхом збільшення компактності конструкцій, застосування найбільш раціональних конструктивно-світлотехнічних схем і загального компонування виробів, а також використання неметалічних, перш за все композиційних, матеріалів і пластмас, надання конструкціям високої жорсткості доцільними способами, які не вимагають збільшення маси (застосуванням литих і пресованих пустотілих і обребрених конструкцій; штампованих, профільованих і витягнутих деталей з тонколистових матеріалів), як найкращого використання вихідного матеріалу за рахунок, наприклад, вибору відповідного за розмірами асортименту листів і рулонів і найбільш раціонального їхнього розкрою;

3) всіляке зниження витрат на монтаж і експлуатацію СП шляхом зниження їхнього енергоспоживання, вартості обслуговування і ремонту; конструювання СП з максимальним розрахунком на безремонтну експлуатацію (тобто створювати по можливості не обслуговуючі вироби) із повним виключенням капітальних ремонтів і з можливою заміною комплектуючих виробів і деяких елементів оптичних систем (розсіювачів, захисного скла, екрануючих ґрат, відбивачів) у процесі експлуатації;

4) для забезпечення мінімальної працемісткості обслуговування необхідно при конструюванні СП розглядати технологію обслуговування в повних умовах роботи. Конструкція СП має забезпечувати можливість легкого доступу до змінюваних елементів, що очищаються, відкидання і повисання знімних вузлів і деталей, зняття електричного потенціалу з обслуговуваного СП.

Конструювання масових СП має виходити із принципу забезпечення можливості групового чищення основних оптичних елементів (відбивачів, розсіювачів, заломлювачів, захисного скла) не на місці установки СП, а в спеціальних майстернях з мийними машинами.

При розробці нових конструкцій СП необхідно в реальних умовах виконувати хронометраж основних операцій з обслуговування при різних варіантах розміщення СП і засобах доступу до них і наводити статистично достовірні дані про затрати часу на обслуговування у паспорті на СП.

Конструкція СП має забезпечувати зручність і мінімальну трудомісткість установки й електричного підключення СП на місці монтажу. Для цього, зокрема, конструкцією мають бути передбачені найменше число точок кріплення до несучої поверхні та можливість попередньої підвіски вузлів СП, що мають

найбільшу масу, з подальшим електричним під'єднуванням схеми СП до мережі. Найбільш ефективна робота з монтажу тих СП, конструкція яких дозволяє значну частину монтажних робіт виконувати не на висоті, у незручному положенні, а на підлозі.

Особливу важливість має облік монтажних вимог при конструюванні вбудованих у підвісні стелі та несучі навантаження стелі. Необхідно вивчати питання про техніко-економічну доцільність розробки СП, що постачаються замовнику в повній монтажній готовності, зокрема, із відрізками проводів групової електричної мережі, закладеними у світильники, і перемичками, що легко електричне поєднують в єдину групову лінію змонтовані вироби.

Конструкція світлових комплексів і складних СП, що постачаються споживачу в розібраному вигляді, має забезпечувати виконання вказаних вище вимог і передбачати комплексне постачання всіх допоміжних монтажних пристроїв і пристосувань (шаблонів, спецключів і т.і.);

У процесі конструювання СП необхідно розглянути і найбільш ефективним способом вирішити проблему пакування і транспортування СП (що особливо постачаються замовнику в розібраному вигляді в цілях спрощення їхньої зборки при монтажі). При транспортуванні СП у розібраному вигляді конструкція виробу і тари має забезпечувати можливість вкладання деталей або вузлів СП один в одного, що оберігає їх від пошкоджень і дозволяє мати мінімальний обсяг для виключення "перевезень повітря". При конструюванні СП, розрахованих на пакування в розібраному вигляді, технологією виробництва має бути передбачена відповідна перевірка якості вузлів СП без необхідності повного збирання СП.

У супровідній та основній документації на СП мусить бути попередження про необхідність і порядок збирання СП;

5) всемірно (але економічно обгрунтовано) збільшувати термін служби й експлуатаційну надійність СП, що рівнозначно підвищенню фактичної чисельності встановленого парку СП, збільшенню їхньої сумарної корисної віддачі, зростанню ступеня задоволення потреби у світлотехнічних виробах при зниженні витрат виробництва;

6) ретельно і систематично вивчати досвід експлуатації СП і оперативно вводити в конструкцію виправлення для виключення дефектів, що виявляються. Вивчення досвіду експлуатації є кращим засобом удосконалення і доведення приладів та ефективним способом підвищення кваліфікації конструкторів;

7) безперервно удосконалювати розроблені раніше конструкції СП, що перебувають у серійному виробництві, підтримуючи їх на рівні зростаючих вимог споживачів і можливостей як технології виробництва, так і нових матеріалів, що підвищуються;

8) забезпечувати конструктивний заділ, готуючи випуск перспективних зразків нового покоління СП із суттєво поліпшеними показниками замість застарілих; при цьому вивчати тенденції розвитку тих галузей, для яких призначені нові СП, включаючи зміни будівельних параметрів будівель і споруд,

технології виробництва і процесів, вживаного обладнання і матеріалів, умов і режимів роботи і т.д.; вести перспективне конструювання, передбачати і задовольняти далекі запити споживачів СП;

9) при розробці нових конструкцій, що базуються на нових принципах, матеріалах і комплектуючих елементах, а також СП, призначених для нових технологічних процесів і умов роботи (наприклад, дії зовнішніх факторів середовища), перевіряти все нові елементи або в цілому за допомогою експерименту, фізичного моделювання, завчасного виготовлення і випробування вузлів і матеріалів, проведення ресурсних випробувань нових конструкцій у заданих умовах експлуатації до початку серійного виробництва СП, перевірки готовності й технологічності;

10) використовувати досвід інших галузей промисловості, і перш за все підприємств машинобудівного комплексу, з конструювання і виробництва подібних виробів, вузлів або деталей, а також досвід передових зарубіжних фірм, вироби яких постійно купуються, випробовуються і вивчаються конструкторами-розробниками.

## 1.4 Методи конструювання

При розробці нових конструкцій використовують методи, що направляють творчу думку розробника на створення нових, нешаблонних, нетипових рішень. Наведемо їх перелік та короткі характеристики.

*Інверсія* — метод отримання нового технічного рішення шляхом відмови від традиційного погляду на завдання (погляд на завдання, наприклад, з діаметрально протилежної позиції). Інверсія дозволяє створити нові оригінальні та сміливі технічні рішення (лінійне переміщення — обертання, що веде — відоме, шкідливі явища — перетворення їх в корисні, жорсткі зв'язки — гнучкі зв'язки, розтягування — стиснення і т.п.)

*Аналогія* — використання технічних рішень з інших галузей науки і техніки для вирішення завдання або стимулювання розробки нових рішень.

*Комбінування* — застосування в новій розробці в різному порядку і в різних поєднаннях окремих технічних рішень, процесів, елементів. У розробці можуть бути використані не тільки нові елементи, але і старі, відомі й використані раніше. Комбінації елементів можуть мати різний характер: механічне з'єднання, з'єднання через проміжні елементи, дублювання, створення багатоступінчатих конструкцій т.п.

*Компенсація* — урівноваження небажаних і шкідливих факторів засобами протилежної дії (компенсація впливу маси, тертя, температури і т. д.).

*Агрегування* — створення безлічі виробів та їхніх комплексів, що виконують різні функції в різних умовах.

*Блоково-модульне проектування*, засноване на створенні виробів на базі модулів і блоків. Блоково-модульний метод дозволяє уніфікувати виріб, забезпечити економію часу при його розробці й обслуговуванні.



*Резервування* — збільшення числа елементів, вузлів для підвищення надійності виробу в цілому.

*Асоціація* — властивість психіки при появі одних об'єктів у певних умовах викликати уявлення про інших за рахунок збігу їхніх певних ознак.

*Ідеалізація* — наділення реальних об'єктів нереальними, нездійсненими властивостями і їхнє вивчення як ідеальних (крапка, лінія, абсолютно чорне тіло й ін.). Шляхом ідеалізації вдається значно спростити складні системи, виявити істотні зв'язки і застосувати математичні методи досліджень.

## **2. Патентні дослідження**

Патентні дослідження є важливою складовою процесу проектування, оскільки без аналізу результатів цих досліджень не може бути успішно вирішене завдання створення об'єктів техніки, що володіють високим технічним рівнем, патентоспроможністю і патентною чистотою.

Патентні дослідження – дослідження технічного рівня і тенденцій розвитку СП, їхньої патентоспроможності й патентної чистоти на основі патентної та іншої науково-технічної інформації.

Основною метою патентних досліджень є отримання вихідних даних для забезпечення високого технічного рівня і конкурентоспроможності СП, використання сучасних наукових досягнень і виключення невиправданого дублювання досліджень і розробок.

Розробнику важливо, з одного боку, одержати необхідний обсяг патентних прав, який дозволить регулювати використання своєї продукції на ринку. З іншого боку, потрібно захистити себе від порушення прав на «чужу» інтелектуальну власність. Слід мати на увазі, що отримання патенту на який-небудь виріб зовсім не означає автоматичний захист від порушень патентів інших осіб при реалізації цих виробів. Іншими словами, можна потрапити під дію «чужого» патенту навіть за наявності свого власного. Щоб розібратися в цьому непростому питанні, треба розуміти відмінність між поняттями «патентоспроможності» й «патентної чистоти» об'єкта.

„Патентоспроможними” вважаються такі технічні рішення, які можуть бути визнані винаходами, корисними моделями і промисловими зразками, в будь-якій країні.

„Патентна чистота” (юридична бездоганність) – юридична властивість СП, що полягає в тому, що він може бути вільно використаний у певній країні без небезпеки порушення діючих на території цієї країни патентів виняткового права, що належать третім особам. У разі ввезення в яку-небудь країну СП, що не володіють „патентною чистотою”, або іншого використання в цій країні таких об'єктів, що потрапляють під дію патентів третіх осіб, останні через положення патентного права цієї країни можуть висунути вимогу про арешт відповідних виробів, увезених або виготовлених з порушенням права патентовласника, про сплату штрафів, відшкодування збитку, спричиненого таким порушенням і т.п.

„Патентна чистота” може бути визначена стосовно якої-небудь однієї країни або декількох країн.

Об'єкт техніки, що ввозиться в яку-небудь країну, може виявитися "нечистим", якщо він підпадає під дію виданого в цій країні іншій особі патенту.

Критерії патентоспроможності встановлені патентним законодавством для промислових зразків – «світова новизна», «оригінальність».

Для того щоб одержати патент, буває досить до істотних ознак відомого об'єкта додати ще якісь патентоспроможні ознаки. Однак, виготовлений відповідно до цього патенту виріб може містити нирку ознак, які захищені «чужим» патентом. У цьому випадку говорять про відсутність «патентної чистоти» об'єкта. Поняття «патентної чистоти» носить територіальний і тимчасовий характер. Щоб уникнути неприємностей у зв'язку з порушенням патентів інших осіб, дуже важливо до початку випуску продукції перевіряти її на «патентну чистоту» відносно тих територій, де передбачається її впровадження.

Між поняттями "патентоспроможність" і "патентна чистота" існує певна схожість і відмінність. Обидва ці поняття, вживані по відношенню до якого-небудь об'єкта, залежать, хоч і різною мірою, від території тієї або іншої країни і від чинника часу. Зв'язок патентної чистоти з патентоспроможністю полягає в наступному:

- поняття патентоспроможності торкається не об'єкта техніки в цілому, а тільки тих технічних рішень, які використані в цьому об'єкті;
- дія патенту може розповсюджуватися як на весь виріб в цілому, так і на його окремий елемент;
- поняття патентної чистоти належить до об'єкта техніки в цілому;
- патентна чистота об'єкта визначається патентною чистотою його елементів.

Як правило, експертиза на патентну чистоту проводиться для новостворюваних об'єктів з метою забезпечення їхньої патентної чистоти і має бути складовою загальних патентних досліджень, що виконуються як перед початком, так і в ході розробки. Це стосується науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, розробки нових об'єктів. Як самостійна робота експертиза на патентну чистоту проводиться для тих раніше розроблених пристроїв, способів і речовин, які стають об'єктами експорту або ліцензій, виставковим експонатам і т.п.

Патентні дослідження проводять при:

- складанні науково-технічних прогнозів для перспективного планування;
- розробці планів розвитку науки і техніки;
- складанні заявок на розробку й освоєння нової продукції;
- створенні об'єктів техніки (наукові дослідження і розробки, зокрема в межах міжнародної науково-технічної співпраці);
- освоєнні й виробництві продукції;
- удосконаленні продукції, що випускається, визначенні доцільності зняття її з виробництва;

- експертизі техніко-економічних показників продукції і технології;
- стандартизації й атестації промислової продукції;
- визначенні доцільності експорту промислової продукції й експонування її зразків на міжнародних виставках, продажу і надбання ліцензій;
- захисту державних інтересів у області охорони промислової власності.

Основні етапи патентних досліджень:

- аналіз патентно-ліцензійної ситуації;
- аналіз "провідних в певному виді техніки фірм";
- тенденції розвитку техніки;
- технічний рівень.

Патентні дослідження включають:

- розробку регламенту пошуку інформації;
- пошук і відбір патентної й іншої науково-технічної документації;
- систематизацію й аналіз відібраної документації;
- узагальнення результатів і складання звіту.

Розробка регламенту – етап, від якого залежить достовірність звіту в цілому, оскільки регламент обмежує сферу проведення пошуку по фондах патентної, науково-технічної й кон'юнктурно-економічної інформації. На цьому етапі визначається предмет пошуку, його класифікація, визначення країн пошуку, фірм, визначення ретроспективи або глибини пошуку, вибір джерел інформації.

Патентний пошук є відбором і аналізом патентної інформації з питання, що цікавить. У патентно-інформаційному пошуку за промисловими зразками виявляються джерела інформації, що містять відмітні ознаки, і проводиться оцінка відповідності промислового зразка критерію „оригінальність”. При цьому проводиться пошук за відмітними ознаками, оцінюється їхня новизна і технічні властивості.

Основні види патентного пошуку: предметний, іменний (або фірмовий), нумераційний, патентів-аналогів. Вибір типу патентного пошуку визначається як необхідною глибиною пошуку і тимчасовими обмеженнями, так і пошуковими можливостями особи або організації, які проводять пошук.

*Предметний пошук* – є основним і найчастіше вживаним. При цьому виді пошуку формулюється технічне завдання (предмет пошуку), використовуються класифікації винаходів, систематичні показники (поточні, річні, підсумкові), реферати, бюлетені й інша патентна документація за необхідний часовий проміжок.

*Іменний (або фірмовий)* – пошук проводиться у тому випадку, коли відомі ім'я (імена) винахідника (винахідників) або назви фірм. Цей вид пошуку доповнює предметний пошук.

*Нумераційний пошу* – здійснюється, коли номер охоронного документа відомий і за його номером потрібно дізнатися інші дані про винахід, корисну модель, промисловий зразок.

*Пошук патентів-аналогів* – проводиться для виявлення патентів, виданих в якій-небудь країні й запатентованих потім в інших країнах, тобто виявляються патенти, видані в кожній країні патентування на один і той же винахід.

До цього виду пошуку доцільно вдаватися, якщо знайдений патент, що цікавить спеціалістів, на рідкісній мові (наприклад, японській), а патенти-аналоги дозволяють ознайомитися з описом цього винаходу на інших доступніших мовах (наприклад, англійській).

Крім того, цей вид пошуку доповнює предметний і проводиться на стадії докладного ознайомлення з повними описами до патентів.

Результати патентних досліджень оформлюються у вигляді звіту, що є основою для складання наступних документів:

- карт технічного рівня нових видів продукції та технологічних процесів;
- карт технічного рівня та якості продукції;
- патентного формуляру за ДСТУ 3574-97;
- висновки про новизну технічного рішення, можливі сфери його застосування в народному господарстві й очікуваному техніко-економічному або іншому ефекті, а також довідки про дослідження об'єкта винаходу, що заявляється, за патентною і науково-технічною літературою;
- патентного паспорта;
- ліцензійного паспорта.

У всіх перерахованих документах обов'язкове посилання на використані звіти про патентні дослідження. Результатом досліджень можуть також бути відбірка анотацій винаходів, огляд винаходів і т.п.

При проведенні патентних досліджень використовують первинну і вторинну патентну документацію.

1. До первинної зараховують наступні види документації: описи винаходів до опублікованих заявок, авторських свідоцтв і патентів; офіційні патентні бюлетені, що видаються патентними відомствами; покажчики до патентних бюлетенів; реферативні журнали і збірники патентів.

2. До вторинної патентної документації належать анотації, реферати описів винаходів та інших об'єктів промислової власності, огляди і т.п.

Патентні дослідження проводяться розробником за допомогою фахівців з конкретних технічних питань і патентознавств, для чого на підприємствах і в організаціях існують відповідні підрозділи. При дослідженнях користуються систематизованою певним чином сукупністю патентної документації з довідково-пошуковим апаратом – патентним фондом, що є складовою довідково-інформативного фонду підприємства, організації, галузі, країни в цілому.

При проведенні патентного пошуку визначають коло країн, відносно яких має бути забезпечена патентна чистота об'єкта. При цьому незалежно від мети патентних досліджень перевірка патентної чистоти передбачає, як мінімум, вивчення патентних фондів наступних країн: країн СНД, Великобританії, США, Німеччини, Франції, Швейцарії та Японії. З урахуванням технічної суті об'єкта

винаходу досліджується патентна документація інших країн, в яких розвинена відповідна галузь техніки. У зв'язку з цим кваліфіковане проведення патентних досліджень вимагає знання патентної документації цих країн.

Найбільш оперативними джерелами патентної інформації є патентні бюлетені, оскільки опис винаходів до авторських свідоцтв і патентів публікуються значно пізніше за бюлетені. Однак якнайповніша інформація міститься в описах, пошук яких можливий на основі вживаної в тій або іншій країні класифікації винаходів. На сьогодні в світі існує декілька систем, класифікації винаходів, побудованих на різних принципах: галузевому, функціональному, змішаному.

У більшості країн як основна або додаткова система класифікації використовується міжнародна класифікація винаходів (МКВ). Ця система будується за принципом «від загального до приватного», характеризується гнучкістю і можливістю збільшувати кількість класів, підкласів, груп і підгруп, що дуже важливо при сучасному розвитку техніки і появі таких її галузей, які раніше не були відомі.

Для проведення пошуку необхідно правильно визначити індекси МКВ і в разі потреби виконати їх перехід до індексів НКВ — національної класифікації винаходів.

МКВ складається з восьми розділів, які, у свою чергу, діляться на класи. Авторські свідоцтва і патенти, що належать до світлотехнічного приладобудування, знаходяться в розділах F (механіка, освітлення) і H (електрика), рідко в інших розділах. До індексу розділу приєднуються двозначні числа класів (від 01 до 99) і далі заголовні букви латинського алфавіту (A, B, V і т. д.), що позначають підкласи. Далі до цих індексів додаються номери груп (як правило, двозначні непарні числа) і підгруп (як правило, двозначні парні числа). У результаті повна рубрика МКВ має, наприклад, вигляд: G 01 B 1/00, G 02 Z 5/12.

У процесі розгляду патентних матеріалів за вибраними рубриками відбирають ті з них, які становлять інтерес для розробника.

Глибина патентного пошуку неоднакова для різних об'єктів. Так, при дослідженні новизни розробок, що належать до профілюючих напрямів діяльності організації, а також винаходів, намічених для зарубіжного патентування, пошук слід проводити на глибину 50 років до подачі заявки на винахід; новизну непрофілюючих розробок перевіряють на глибину не менше 15 років; для нових галузей і напрямів техніки пошук здійснюється від перших патентних публікацій за певним напрямом.

## **2.1 Експертиза на патентну чистоту**

Основною метою експертизи на патентну чистоту є виявлення використовуваних в об'єкті технічних рішень, що підпадають під дію патентів третіх осіб у країні перевірки, проведення порівняльного аналізу вказаних технічних рішень і підготовки рекомендацій з усунення виявлених порушень патентної чистоти.

При проведенні експертизи на патентну чистоту розглядаються наступні питання:

- перевіряється об'єкт у цілому, причому оцінці піддаються всі (або більшість) реалізовані технічні рішення;
- експертиза ведеться за кожною країною окремо;
- беруться до уваги патентні закони, правила і судова практика всіх країн, стосовно яких ведеться експертиза;
- до уваги беруться тільки діючі в певній країні патенти.

Експертиза не закінчується до тих пір, поки не проглянуті всі без виключення діючі патенти в даній країні (суцільний або вичерпний пошук). Глибина пошуку патентів у часі визначається терміном їхньої дії в певній країні і, як правило, проводиться в межах цього терміну. При вивченні патенту основна увага приділяється виявленню об'єму прав із патенту. Помилки і неточності можуть призвести до значного матеріального збитку, що робить експертизу дуже відповідальною.

## **2.2 Експертиза на новизну (патентоспроможність)**

Основною метою експертизи на патентоспроможність об'єктів інтелектуальної власності є виявлення відмінностей технічного рішення, що перевіряється, від прототипу, не дивлячись на наявні спільні ознаки.

При проведенні такої експертизи ставляться наступні питання:

- перевіряється тільки певне технічне рішення (передбачуваний винахід);
- експертиза ведеться безвідносно до яких-небудь країн (наскільки можливо по всіх країнах);
- до уваги береться тільки патентне законодавство країн патентування;
- до уваги беруться будь-які доступні джерела, що псують згідно із законом новизну винаходу.

Експертиза може бути закінчена, як тільки знайдене хоча б одне джерело, що псує новизну заявленого винаходу (вибірковий пошук). Глибина пошуку за часом не пов'язана з терміном дії патентів і, як правило, перевищує його. Виявлення обсягу прав не проводиться. З вищесказаного можна зробити висновок, експертиза на патентну чистоту значно складніша і вимагає вищої кваліфікації в порівнянні зі всіма іншими видами патентної експертизи.

## **2.3 Експертиза на конкурентоспроможність**

В умовах ринкової економіки особливого значення набуває своєчасне з'ясування конкурентоспроможності об'єкту техніки, який як вже існує, так і знаходиться у стадії розробки. Основними факторами, що визначають конкурентоспроможність об'єкту техніки (ВІД) на зовнішньому ринку (в умовах

розвитку ринкової економіки це може бути зараховано і до внутрішнього ринку у відповідному ступені) є наступні:

- фактори, що характеризують відповідність якості продукції вимогам споживачів;
- фактори, що характеризують відповідність технічного рівня ВІД останнім досягненням науки і техніки;
- фактори, що характеризують тенденції розвитку ринку продукції аналогічного призначення;
- фактори, що характеризують умови конкуренції на даному ринку;
- патентно-правові фактори;
- виробничі фактори;
- фактори, що характеризують умови підготовки і збуту продукції споживачам;
- вартісні фактори;
- інформаційні фактори.

### **3. Показники якості й параметри світлових приладів**

У процесі конструювання СП надається комплекс необхідних властивостей, що виражають корисність виробу, і зумовлюючих рівень витрат ресурсів на його створення, виготовлення, технічне обслуговування і ремонт.

Властивості, що характеризують якість СП:

- функціональність;
- надійність;
- економічність;
- ергономічність;
- естетичність;
- технологічність;
- стандартизація й уніфікація;
- безпека;
- транспортабельність;
- контролездібність;
- патентоспроможність;
- екологічність.

Вказані грані якості обумовлені значною мірою його конструкцією, яка визначає технологічність конструкції в цілому.

### 3.1 Функціональність СП

Здатність СП виконувати свої функції (створювати необхідні умови освітлення або світлової сигналізації) визначається його конструктивним виконанням і характеризується показниками призначення. Ці показники діляться на три підгрупи: класифікаційні, технічної ефективності й конструктивні (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Показники функціональності СП

| Показник якості   | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується |
|---|-----------------------------|---|
| <b>Показники призначення</b>                                      |                             |   |
| <b>1. Класифікаційні показники</b>                                |                             |   |
| Тип лампи   |                             | Основні функції                               |
| Потужність лампи, Вт  | P                           | Основні функції                               |
| Напруга, В  |                             | Основні функції                               |
| Частота, кГц  |                             | Основні функції                               |
| Міра захисту від дії навколишнього середовища                     |                             | Конструктивне виконання                       |
| Кліматичне виконання  |                             | Стійкість до кліматичних дій                  |
| Міра захищеності від механічних дій                               |                             | Жорсткість механічних факторів                |
| <b>2. Показники технічної ефективності</b>                        |                             |   |
| Тип кривої сили світла (світильники зовнішнього освітлення)       |                             | Основні функції                               |
| Клас світлорозподілення (крім світильників для житлових будівель) |                             | Основні функції                               |
| Максимальна сила світла, кд                                       | $I_{\max}$                  | Основні функції                               |
| <b>3. Конструктивні показники</b>                                 |                             |   |
| Діаметр вхідного отвору, мм                                       |                             | Конструктивне виконання                       |
| Настановний розмір, мм  |                             | Конструктивне виконання                       |
| Габаритні розміри, мм   |                             | Конструктивне виконання                       |



Примітки:

- Тип лампи

|    |   |
|----|---|
| Н  | Розжарювання загального призначення         |
| З  | Лампи – світильники (дзеркальні та дифузні) |
| І  | Кварцові галогенні                          |
| Л  | Прямі трубчасті люмінесцентні               |
| Ф  | Фігурні люмінесцентні                       |
| Э  | Еритемні люмінесцентні                      |
| Р  | Ртутні типу ДРЛ                             |
| Г  | Ртутні типу ДРІ, ДРІШ                       |
| Же | Натрієві типу ДНаТ                          |
| Би | Бактерицидні                                |
| До | Ксенонові трубчасті                         |

- Міра захисту від дії навколишнього середовища

Ступінь захисту позначається буквами IP (Ingress Protection захист від проникнення) і двома цифрами. Перша цифра показує ступінь захищеності СП від проникнення в нього пилу і сторонніх тіл і може приймати значення від 0 до 6. Друга цифра в позначенні показує ступінь проникнення води усередину СП. Ця цифра може бути від 0 до 8. Докладне позначення цифр коду IP наведене в додатку А.

- Кліматичне виконання

| Індекс | Клімат                     |
|--------|----------------------------|
| У      | Помірний                   |
| ХЛ     | Холодний                   |
| ТВ     | Тропічний вологий          |
| ТС     | Тропічний сухий            |
| Т      | Тропічний сухий та вологий |
| О      | Будь-який на суші          |
| В      | Будь-який на суші та морі  |

- Міра захищеності від механічних дій

До пристроїв висуваються вимоги з:

- *міцності до дії механічних факторів* – здатність зберігати свої параметри і виконувати свої функції після механічних дій, наприклад, перевезення;
- *ударостійкості* - здатність зберігати свої параметри в заданих межах під час дії механічних факторів.

Ударостійкість визначає захист світильника від механічних ударів. Європейський стандарт EN 50102 описує ступень захисту від зовнішніх механічних впливів (коди ІК). Оболонка світильника має витримувати механічний удар з певною енергією без втрати електричної та механічної безпеки і порушення основних робочих характеристик. Це означає, що після ударної дії цілком допустимі деформація відбивача або корпусу світильника, але лампи мають залишатися цілими, а світильник – повністю задовольняти вимоги відповідних

класів з IP і електробезпеки. Ударна міцність виражається у вигляді групи літер і цифр, наприклад, світильник з класу IK07 може витримати удар маятникового, пружинного або вільнопадаючого молотка з енергією 2 Дж (молоток масою 0,5 кг, що падає з висоти 0,4 м).

| БГ код | Енергія удару | Опис                 | Приклад  |
|--------|---------------|----------------------|--|
| IK00   | -             | -                    | -  |
| IK01   | 0,15          | -                    | -  |
| IK02   | 0,2           | Стандартний          | Стандартний світильник. Закритий світильник із плафоном з поліметилметакрилату |
| IK03   | 0,3           |                      |  |
| IK04   | 0,5           | Міцніше стандартного | Відкритий світильник з зміцненої оптичною системою                             |
| IK05   | 0,7           |                      |  |
| IK06   | 1             |                      |  |
| IK07   | 2             | Зміцнений            |  |
| IK08   | 5             | Вандало захищений    | Закритий світильник із плафоном з полікарбонату або скла                       |
| IK09   | 10            |                      |  |
| IK10   | 20            | Вандалостійкий       | Закритий світильник  |

- Тип кривої сили світла (світильники зовнішнього освітлення)

|    |               |                  |
|----|---------------|------------------|
| До | Концентрована | 0–15°            |
| Г  | Глибока       | 0–30°, 180–150°  |
| Д  | Косинусна     | 0–35°, 180–145°  |
| Л  | Напівширока   | 35–55°, 145–125° |
| Ш  | Широка        | 55–85°, 125–95°  |
| М  | Рівномірна    | 0–180°           |
| З  | Синусна       | 70–90°, 110–90°  |

- Клас світлорозподілення (крім світильників для житлових будівель)

|     |                            |  |
|-----|----------------------------|--|
| П   | Прямого світла             | Більше 80% світлового потоку прямує в нижню півсферу |
| Н   | Переважно прямого світла   | 60–80%   |
| Р   | Розсіяного світла          | 40–60%   |
| У   | Переважно відбитого світла | 20–40%   |
| Про | Відбитого світла           | До 20%   |

### 3.2 Надійність СП

У загальному випадку вимоги до надійності (довговічності, безвідмовності, ремонтпридатності та збереженість) направлені на забезпечення виконання виробом заданих функцій в експлуатації, тобто збереження в часі й у

встановлених межах значень всіх найважливіших параметрів при певних режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування.

Основним показником надійності більшості груп найбільш масових СП є їхня довговічність, що характеризується терміном служби. Для деяких, переважно спеціальних, виробів у НТД включаються вимоги до безвідмовності роботи СП (наприклад, вірогідність безвідмовної роботи для переносних вибухозахищених СП або напрацювання на відмову для СП світлової сигналізації) (табл 3.2).

Таблиця 3.2 – Методи оцінки надійності конструкцій, що розробляються

| Показники надійності   |                             |   |
|--|-----------------------------|---|
| Показники якості   | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується |
| Термін служби  | $\tau$                      | довговічність                                 |
| Вірогідність безвідмовної роботи                             | $P(t)$                      | безвідмовність                                |
| Напрацювання на відмову, г                                   | $T_0$                       | безвідмовність                                |
| Середній термін збереження до введення в експлуатацію, років | $T_c$                       | збереженість                                  |

### 3.3 Економічність СП

Економічність є загальним показником СП, під яким розуміється здатність виробу виконувати задані функції при використанні певних матеріальних, трудових і енергетичних ресурсів.

Показники економічності енергоспоживання наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники економічності СП

| Показники якості           | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується |
|----------------------------|-----------------------------|---|
| Втрати потужності, Вт      | $P_{\Pi}$                   | Економічність енергоспоживання                |
| Коефіцієнт потужності      | $\cos \varphi$              | -   |
| Коефіцієнт корисної дії, % | $\eta$                      | -   |

Показник зручності монтажу або так званий коефіцієнт монтажездатності характеризує властивість конструкції, що визначається наступними факторами:

- можливістю монтажу СП за допомогою стандартних засобів;
- наявністю вільного доступу до місць установки і кріплень;
- відсутністю необхідності проведення підганяльних робіт у процесі монтажу і виготовлення додаткових елементів;

- наявністю монтажного маркірування місць з'єднань.

Для визначення монтажездатності використовуються наступні показники економного використання трудових ресурсів:

1) середня оперативна трудомісткість виробу в монтажі:

$$S_M = S_{M.O.} + S_{M.D.},$$

де  $S_{M.O.}$  – основні витрати праці на монтаж виробу на місці застосування (зборка, регулювання, закріплення, введення і підключення дротів);

$S_{M.D.}$  – допоміжні витрати праці на монтаж СП на місці застосування (розпаковування і розконсервація виробу, підготовка інструменту, пристосувань, засобів доступу, допоміжних матеріалів);

2) коефіцієнт монтажездатності:

$$K_M = \frac{S_{M.O.}}{S_{M.O.} + S_{M.D.}}.$$

Коефіцієнт  $K_M$  тим більший, чим нижчі витрати праці на допоміжні операції.

Загальні монтажно-технологічні вимоги включають вимоги до заводської монтажно́ї та налагоджувальної готовності, монтажно́ї та налагоджувальної технологічності. Ці вимоги мають бути враховані в ТЗ на конструювання СП і мусять опрацьовуватися і контролюватися на всіх стадіях конструювання.

### 3.4 Ергономічність СП

Ергономічна функція є властивістю СП, що визначає, наскільки зручно, приємно і легко взаємодіє людина із цим СП (з урахуванням антропометричних, гігієнічних, фізіологічних, психологічних властивостей людини) у складній системі людина – виріб або людина – предмет праці. Ергономічна функція складається з приватних функцій, що забезпечують безпеку, ефективність, зручність і гігієнічність застосування.

Разом з показниками ергономічними, такими як захисний кут, яскравість поверхні, що світить, і рівень шуму СП, показниками цієї ж групи є форма і розмір СП, зручність і безпека користування ними (особливо ручними, переносними світильниками і ліхтарями або регульованими СП місцевого освітлення) та їхня маса.

Ергономічною функцією гігієнічного характеру є температура поверхонь СП, до яких торкається рука або до яких наближається голова людини, а також міра запиленості його поверхонь (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Показники ергономічності СП

| Ергономічні показники                   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| Показники якості                        | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується |
| Захисний кут, град                      | $\gamma_z$                  | Обмеження сліпучої дії                        |
| Яскравість поверхні, що світить, $кд/м$ | $L$                         | Сліпуча дія                                   |
| Рівень шуму, $дБ$                       | $K_{ш}$                     | Допустима звукова потужність                  |

### 3.5 Естетичність СП

Естетична функція виробу є його властивістю за певних умов трансформувати естетичне очікуване враження, що заздалегідь склалося або невизначене, або точку зору споживача при певному позитивному настрої по відношенню до виробу і процесу його застосування.

Показниками естетичної якості виробу є інформаційна виразність, єдність форми і змісту, цілісність композиції, пропорційність, масштабність, відповідність навколишньому середовищу, досконалість виробничого виконання (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Показники естетичності СП

| Естетичні показники                                       |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| Показники якості  | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується             |
| Інформаційна виразність                                   | бали                        | Відповідність форми сучасним вимогам                      |
| Рациональність форми (світільники для житлових приміщень) | бали                        | Відповідність форми призначенню і конструктивному рішення |
| Цілісність композиції                                     | бали                        | Гармонічна єдність частин і цілого                        |

Додання конструкції СП естетичності та технологічно-раціональних форм – складне завдання процесу конструювання, в якому має брати участь кваліфікований дизайнер.

### 3.6 Технологічність СП

Технологічність конструкції має на увазі опрацювання конструкції СП на виробничу технологічність, а також правильний вибір методу виготовлення деталей і вузлів виробу. Врахування технологічних можливостей, а також специфічних характеристик обладнання й інструменту вимагає виконання правил конструювання вузлів і деталей, вживаних у СП для багатосерійного виробництва.

Правила конструювання, що враховують вимоги приладобудування:

- мінімізувати число елементів, з яких збирається вузол або деталь;
- прагнути до максимально можливої повторюваності деталей;

- прагнути до повної взаємозмінюваності.

Сукупність властивостей виробу, що визначають пристосованість його конструкції до досягнення оптимальних витрат ресурсів при виробництві й експлуатації для заданих показників якості, обсягу випуску й умов виконання робіт, є технологічністю конструкції виробу (ТКВ).

*Загальні показники ТКВ (кількісні показники технологічності конструкцій):*

1) матеріаломісткість – втілені в конструкції витрати матеріальних ресурсів, необхідних для виробництва, експлуатації та ремонту СП;

2) металоємність – втілені в конструкції витрати металу, необхідного для виробництва, експлуатації та ремонту СП;

3) енергоємність – втілені в конструкції витрати паливно-енергетичних ресурсів, необхідних для виробництва, експлуатації та ремонту СП;

4) питома матеріаломісткість – відношення матеріаломісткості СП до номінального значення основного параметра або корисного ефекту, що отримується при використанні СП за призначенням (до корисної світлової енергії, служби, що генерується СП за термін).

*Виробничі показники ТКВ:*

1) трудомісткість у виготовленні (ремонті) – втілені в конструкції загальні витрати праці на виконання технологічних процесів виготовлення (ремонт) СП;

2) питома трудомісткість у виготовленні (ремонті) – відношення трудомісткості СП у виготовленні (ремонті) до номінального значення основного параметра або до корисного ефекту, що отримується при використанні виробу за призначенням (до корисної світлової енергії, служби, що генерується СП за термін);

3) технологічна собівартість у виготовленні (ремонті) – втілені в конструкції сумарні витрати засобів на здійснення технологічних процесів виготовлення (ремонт) СП;

4) коефіцієнт вживаності матеріалу – відношення норми витрати даного матеріалу до суми норм витрати всіх матеріалів на виготовлення (ремонт) СП.

*Експлуатаційні показники ТКВ:*

1) середня оперативна трудомісткість у технічному обслуговуванні (поточному ремонті) даного вигляду – математичне очікування оперативної трудомісткості СП у технічному обслуговуванні (поточному ремонті) за певні періоди експлуатації або напрацювання;

2) середня оперативна тривалість технічного обслуговування (поточного ремонту) певного вигляду – математичне очікування тривалості технічного обслуговування (поточного ремонту) за певні періоди експлуатації або напрацювання.

Усі показники ТКВ можуть бути зведені до сімох груп:

- технологічна раціональність конструкції;
- спадкоємність конструкції;
- ресурсоємність;
- виробнича ТКВ;

- експлуатаційна ТКВ;
- ремонтна ТКВ;
- загальна ТКВ.

Показниками загальною ТКВ зведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Показники технологічності СП

| Показники технологічності   |                             |   |
|---|-----------------------------|---|
| Показники якості  | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується       |
| питома матеріаломісткість СП<br>$кг/(Млм-г)$                      | $M_{уд}$                    | Економічність по витратах матеріалу при виробництві |
| трудомісткість<br>$нормо-г/(Млм-г)$                               | $T_{уд}$                    | Технологічність виготовлення                        |
| собівартості<br>$гр/(Млм-г);$                                     | $C_{уд}$                    | -   |
| витрата умовного палива $кг ум. пал/(Млм-г)$ (на один світильник) | $E_{уд}$                    | Економічність по витратах енергії при виробництві   |

Коефіцієнти одержують із виразів:

$$M_{уд} = \frac{M}{\Phi_{п} \tau}; C_{уд} = \frac{C}{\Phi_{п} \tau}; T_{уд} = \frac{T}{\Phi_{п} \tau}; E_{уд} = \frac{P_T}{\Phi_{п} \tau},$$

де  $M$  – матеріаломісткість;  $кг/шт$ ,

$C$  – собівартість,  $гр/шт$ ;

$T$  – трудомісткість,  $нормо-г/шт$ ;

$P_T$  – витрата умовного палива,  $кг/шт$ ;

$\tau$  – термін служби СП, вказаний у ТД;

$\Phi_{п}$  – корисний світловий потік лампи,  $лм$ .

Корисна, використовувана споживачем світлова енергія, що виробляється світильником за термін служби, дорівнює:

$$\theta_{п} = \sum \Phi_{л} P_c \tau,$$

де  $P_c$  – світлотехнічний показник СП  $P_c = \eta \eta_{ксс}$ .

За значення  $\Phi_{л}$  приймають умовне номінальне значення світлового потоку для певної групи ламп конкретної потужності, що встановлюється постійним на певний період на основі останніх стандартів і перспективних номенклатур (наприклад, для всіх світильників із ЛЛ потужністю 40  $Вт$  на період 2004 – 2010 рр. приймався номінальний світловий потік ламп типу ЛБ, рівний 3,2  $Клм$ , для ламп ДРЛ, ДРІ і ДНаТ потужністю 400  $Вт$  – відповідно 24, 35 і 40  $Клм$ )

У разі використання СП загального рівномірного освітлення, а також у приміщенні з середнім значенням індексу приміщення 1,25 та коефіцієнтом відбиття  $\rho_{пот} = \rho_{ст} = \rho_{п} = 0$  значення  $P_c = \eta \eta_{ксс}$  приймають рівним одиниці.

Тоді базові показники технологічності визначаються:

$$M_{уд} = \frac{M}{\theta_{п}}; \quad C_{уд} = \frac{C}{\theta_{п}}; \quad T_{уд} = \frac{T}{\theta_{п}}; \quad E_{уд} = \frac{P_{т}}{\theta_{п}}.$$

У понятті  $\theta_{п}$  поєднуються всі споживчі властивості. Проте, для точнішої оцінки СП необхідно мати дані не лише про номінальні, але і про середні експлуатаційні значення  $\eta_E$ ,  $\eta_{KCC.E}$ ,  $\Phi_{Л.E}$ .

При цьому експлуатаційний світлотехнічний показник дорівнює:

$$П_{С.E} = \eta_E \eta_{KCC.E},$$

а світлова енергія, що виробляється за період експлуатації, складає:

$$\theta_{п.E} = \sum \Phi_{Л.E} П_{С.E} \tau.$$

Показники  $\eta_E$ ,  $\eta_{KCC.E}$ ,  $\Phi_{Л.E}$  залежать від типу КСС світильника і конструктивно-світлотехнічного рішення.

### 3.7 Стандартизація й уніфікація СП

*Стандартизацією* називається встановлення норм, яким мають відповідати типи, параметри та якісні характеристики СП. Залежно від сфери дії існують стандарти міжнародні (ISO), Національні (ГОСТ), галузеві (ОСТ) і стандарти підприємств.

Стандартизація зводить величезну кількість різних типів і розмірів однойменних виробів до доцільно обмеженого числа. Це дозволяє організувати масове виробництво стандартних виробів.

Застосування стандартних виробів скорочує терміни конструювання, оскільки відпадає необхідність їхньої розробки. Завдання конструктора зводиться до зміни тільки тих частин машини, які впливають на техніко-економічні показники, надійність і зручність обслуговування. Всі інші елементи, які принципово не впливають на ці показники, залишають незмінними, якщо вони добре себе зарекомендували у процесі експлуатації.

Застосування в СП стандартних вузлів і деталей полегшує їхню експлуатацію, спрощує і здешевлює ремонт, робить його доступним для неспеціалізованих підприємств, оскільки стандартні деталі, які вийшли з ладу, легко замінити взятими зі складу або магазину.

Зі стандартизацією тісно пов'язана взаємозамінність деталей і вузлів. *Взаємозамінністю* називають властивість незалежно виготовлених деталей або вузлів займати своє місце в СП без додаткової механічної або ручної обробки і



забезпечувати нормальну роботу приладу.

Важливим моментом при конструюванні є уніфікація виробів.

*Уніфікація* (згідно з ГОСТ 23945-80) – це приведення виробів до однаковості на основі встановлення раціонального числа їхніх різновидів. Уніфікація конструктивних елементів дозволяє скоротити номенклатуру обробного, вимірювального та монтажного інструменту.

*Уніфікація* полягає в багатократному застосуванні в конструкції одних і тих самих елементів, що дозволяє скоротити номенклатуру деталей і знизити вартість виготовлення, спростити експлуатацію й ремонт СП.

У процесі уніфікації дотримується принципу *конструктивної спадкоємності*: використання при конструюванні попереднього досвіду світлотехнічного профілю і суміжних галузей, введення у створюваний СП всього корисного, що є в існуючих конструкціях. У вироби нової конструкції в максимальному ступені вводять деталі й вузли, які вже застосовувалися в інших конструкціях, з можливо великим числом однакових параметрів (особливо базових і приєднувальних розмірів), що забезпечують взаємозамінність і багаторазове використання вже перевірених конструкцій.

Мірою уніфікації вузлів і деталей визначаються терміни розробки і впровадження у виробництво, а також трудомісткість і вартість нових СП.

Висока міра уніфікації вузлів і деталей дозволяє різко збільшити масштаб виробництва, що є основою для зростання продуктивності праці та зниження собівартості виробів на базі значного підвищення рівня технології та покращення використання виробничих потужностей.

У кожній спеціалізованій конструкторській організації нормалізують типові й найбільш часто вживані вузли і деталі, що дозволяє прискорити процес конструювання, полегшує виробництво й експлуатацію СП, підвищує їхню якість. Нормалізація дає найбільший ефект при скороченні числа вживаних типорозмірів деталей, тобто при їхній уніфікації. *Нормалізація* – регламентація конструкції і типорозмірів широко вживаних деталей і вузлів.

Під рівнем стандартизації та уніфікації електротехнічних виробів розуміють насиченість конструкції цих виробів стандартними, уніфікованими, запозиченими і придбаними складовими. При цьому надзвичайно важливе співвідношення вказаних складових частин з оригінальними вузлами і деталями, розробленими вперше спеціально для певного СП.

Рівень стандартизації й уніфікації визначається рядом показників, серед яких найважливішими є:

- 1) коефіцієнт вживаності типорозміру;
- 2) коефіцієнт вживаності конструктивно-уніфікованого ряду СП;
- 3) коефіцієнт вживаності уніфікованої серії СП;
- 4) коефіцієнт повторюваності.

*Типорозмір* (форм-фактор) – стандарт технічного виробу, що описує деяку сукупність його технічних параметрів, наприклад: форму, розмір, положення і

типи роз'ємів.

Під *типорозмірним рядом* – сукупність типорозмірів СП однакового призначення, числові значення головного параметра яких знаходяться в параметричному ряду.

*Модифікацією* називається СП, розроблений на основі іншого СП, що має те ж саме значення головного параметра і відмінність у конструкції й виконанні складових.

1. *Коефіцієнт вживаності типорозміру* (або типовиконання)

$K_{ПР.Т}$  – якісний показник, який визначається відношенням кількості стандартних  $П_С$ , уніфікованих  $П_У$ , запозичених  $П_З$  і покупних  $П_П$  типорозмірів складових частин до загальної кількості  $П$  типорозмірів всіх складових у %

$$K_{ПР.Р} = \frac{П_С + П_У + П_З + П_П}{П_С + П_У + П_З + П_П + П_0} \cdot 100\% = \frac{П - П_0}{П} \cdot 100\%,$$

де  $П_0$  – кількість типорозмірів оригінальних складових частин.

Під *конструктивно-уніфікованим рядом* розуміється сукупність СП, що включає базовий СП і його модифікації.

2. *Коефіцієнт вживаності конструктивно-уніфікованого ряду СП*

$K_{ПР.Р}$  – відношення суми коефіцієнтів вживаності всіх типорозмірів у ряду до їхнього загального числа:

$$K_{ПР.Р} = \frac{\sum_{i=1}^{N_T} K_{ПР.Т_i}}{N_T},$$

де  $K_{ПР.Т_i}$  – коефіцієнт вживаності  $i$ -го типорозміру, % підрахований за попереднім відношенням;

$N_T$  - число типовиконання СП в конструктивно-уніфікованому ряду.

Під *серією* розуміється сукупність СП, що входять у конструктивно-уніфіковані ряди, побудовані так, що числові значення головного параметра (розміру) знаходяться в параметричному (розмірному) ряду.

3. *Коефіцієнт вживаності серії*  $K_{ПР.С}$  – відношення суми добутків коефіцієнтів вживаності кожного конструктивно-уніфікованого ряду на кількість виконань виробу в ряду до загальної кількості СП у певній серії:

$$K_{ПР.С} = \frac{\sum_{i=1}^{N_T} K_{ПР.Р_i} N_{Т_i}}{\sum_{i=1}^{N_P} N_{Т_i}},$$

де  $K_{ПР.Р_i}$  – коефіцієнт вживаності  $i$ -го ряду виробів, що входять у дану серію;

$N_{Т_i}$  – число типовиконання виробів в  $i$ -м конструктивно-уніфікованому ряду;

$N_P$  — кількість таких рядів у серії.

Якщо серія розроблена на основі одного ряду, то  $K_{ПР.С} = K_{ПР.Р}$ , якщо ж у

серії відсутні ряди, тобто в кожному умовному ряду є тільки один виріб, то  $N_T = 1$ .  
Таблиця 3.7 – Показники стандартизації й уніфікації

| Показники якості      | Позначення показника якості    | Найменування властивості, що характеризується         |
|-----------------------|--------------------------------|---|
| Коефіцієнт вживаності | $K_{пр.р}, K_{пр.с}, K_{пр.р}$ | Насиченість виробу уніфікованими складовими частинами |

### 3.8 Патентоспроможність СП

Патентоспроможність виробу характеризує наявність у конструкції нових технічних або дизайнерських рішень, на які подані (або можуть бути подані) заявки на патенти, винаходи, а також технічні або дизайнерські рішення, які захищені патентами. Патентоспроможність характеризує одну із сторін спадкоємності конструкції виробів (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Патентно-правові показники

| Показники якості           | Позначення показника якості | Найменування властивості, що характеризується |
|----------------------------|-----------------------------|---|
| Патентна здатність         | $Пп$                        |   |
| Показник патентної частоти | $Ппч$                       |   |

### 3.9 Безпека СП

Конструкція СП має забезпечувати безпеку їхнього функціонування на всіх стадіях (виготовлення, транспортування, зберігання, монтажу, підготовки до роботи, технічного обслуговування і ремонту, утилізації).

Світлові прилади можуть бути джерелами небезпечних і шкідливих виробничих і побутових факторів, до яких необхідно зарахувати можливості:

- ураження електричним струмом;
- створення дискомфортних умов освітлення через підвищену сліпучу дію;
- пульсації світлового потоку;
- підвищеного рівня ультрафіолетової й інфрачервоної радіації;
- наявність акустичних перешкод;
- наявність опіків через неприпустимо високу температуру елементів СП, до яких може торкатися людина у процесі експлуатації СП;
- механічних пошкоджень і травм через руйнування елементів конструкції СП;
- виникнення пожеж і вибухів через помилки при конструюванні й неправильному застосуванні СП, неприпустимість якого не обумовлена в ТД.

Таким чином, властивості безпеки СП характеризуються:

- електричною безпекою;

- пожежобезпечністю;
- вибухобезпечністю;
- механічною безпекою;
- світлотехнічною безпекою;
- термічною безпекою;
- акустичною безпекою.

### 3.9.1 Електрична безпека

Електрична безпека СП визначається:

- 1) класом захисту від ураження електричним струмом (табл. 3.9);
- 2) мірою захисту оболонки СП від зіткнення зі струмоведучими частинами;
- 3) електричною міцністю ізоляції;
- 4) повітряними зазорами і шляхами витоку;
- 5) напругою.

Таблиця 3.9 – Клас захисту від ураження електричним струмом

| Класи захисту світлових приладів від враження електричним струмом | Фактори, що визначають належність до класу  |
|---|---|
| 0   | СП має робочу ізоляцію без заземлюючого проводу   |
| 0I  | СП має робочу ізоляцію, елемент для заземлення та дріт без заземлюючої жили для приєднання до джерела живлення  |
| I   | СП має робочу ізоляцію й елемент для заземлення. Дріт для приєднання до джерела живлення мусить мати заземлюючу жилу і вилку із заземлюючим контактом   |
| II  | СП має подвійну або посилену ізоляцію та не має елементів для заземлення  |
| III   | СП призначені для роботи при безпечній наднизькій напрузі (42 В або в особливо небезпечних зонах 12 В), не мають ні зовнішніх, ні внутрішніх електричних ланцюгів, що працюють під іншою напругою |

Примітки:

*Робоча ізоляція* забезпечує нормальну роботу СП і основний захист від ураження електричним струмом.

*Додаткова (захисна) ізоляція* – незалежна ізоляція, передбачена додатково до робочої ізоляції для захисту від ураження електричним струмом при порушенні робочої ізоляції.

*Подвійна ізоляція* — ізоляція, що включає як робочу, так і додаткову.

*Посилена ізоляція* — поліпшена робоча ізоляція з такими електричними і механічними властивостями, при яких вона забезпечує той же ступінь захисту від напруги електричним струмом, що і подвійна.

2. Міра захисту оболонки СП від зіткнення з частинами, які проводять струм

визначає захищеність від проникнення всередину приладу не тільки пилу і води, але і будь-яких частин тіла людини, наприклад рук або твердих предметів (інструментів, що знаходяться в руках: стержнів, дроту і т.д.), що можуть контактувати з деталями СП, які проводять струм. Конструкція світильників повинна виключати можливість випадкового дотику до струмоведучих частин при експлуатації.

3. Опір ізоляції всіх СП у нормальних умовах у холодному знеструмленому стані має бути не менше ніж 20 МОм.

Між частинами, що знаходяться під напругою, підключеними до різних фаз для всіх класів захисту від ураження електричним струмом 2 МОм.

4. Шляхи витоку – це незаплановані шляхи, якими може протікати струм. Шляхи витоку і повітряні зазори у світильниках при підключенні до контактних затисків проводів при напрузі до 250 В залежно від ступеня захисту світильника складають: для 0, 01, I класів близько 3 мм, II – 8 мм.

### 3.9.2 Пожежна безпека

Характеристикою пожежобезпечності є відповідність температури основних елементів СП допустимим величинам як у робочому, так і в аварійному режимі, а також вибір конструктивних матеріалів, теплові характеристики яких відповідають тепловому режиму СП. Світильники, призначені для роботи в пожежонебезпечних приміщеннях конструктивно мають відповідати класифікації таких приміщень (табл. 3.10):

Таблиця 3.10 – класифікація пожежонебезпечних приміщень

|                     |  |   |
|---------------------|--|---|
| П – I               | Містять горючу речовину з температурою займання більше 45°C  | Повністю порохозахищені, порохонепроникні |
| П – II              | Присутні горючі порошок або волокна в завислому стані  | Повністю порохозахищені, порохонепроникні |
| П – II <sub>a</sub> | Містять тверді або волокнисті горючі речовини  | Порохонепроникні з захисним ковпаком      |
| П – III             | Зовнішні пристрої, в яких зберігаються або використовуються горючі властивості з температурою займання більше 45°C | Частково або порохозахищені               |

Таблиця 3.11 – Рекомендації щодо вибору ступеня захисту залежно від пожежної небезпеки

| Лампи    | Виробничі та складські приміщення |        | Виробничі                | Складські приміщення |                      | Зовнішні           |
|----------|-----------------------------------|--------|--------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
|          | П-I                               | П-II   | П-II <sub>a</sub> , П-II | П-II <sub>a</sub>    | П-II                 | П-III              |
| ЛР       | IP5 x x                           | IP5 x  | IP 2' x'                 | IP 2' x'             | IP 2' x'             | IP 2' 3'           |
| ДРЛ, МГЛ | IP5 x                             | IP5 x  | IP2 x <sup>2</sup>       | IP2 x <sup>2</sup>   | IP2 x <sup>2</sup>   | IP2 3 <sup>2</sup> |
| ЛЛ       | IP5' x                            | IP5' x | IP2 x <sup>3</sup>       | IP2 x <sup>3</sup>   | IP2 x <sup>3,4</sup> | IP2 3 <sup>2</sup> |

Примітки:

1 – за наявності суцільного захисного скла або розсіювача з силікатного скла.

2 – за наявності металевої сітки або пристосування, що перешкоджає випаданню ламп.

3 – при виконанні введення у світильники проводом із негорючою оболонкою або в сталевій трубі.

4 – застосування світильників, що мають розсіювачі або відбивачі з горючих матеріалів забороняється.

$x'$  – ставитися у тому випадку, коли клас захисту може мінятися з часом через зміни характеристик джерела світла.

### 3.9.3 Вибухова безпека

СП, які працюють у вибухонебезпечних середовищах оцінюються за параметрами:

- механічна міцність оболонок;
- температура зовнішніх і внутрішніх частин світильника;
- характеристики використовуваних матеріалів, розмір поверхонь прилягання;
- зазори в оболонці (вибухоонепроникними є зазори в оболонці світильника і корпусу СП через які можуть проникнути продукти вибуху або дугового короткого замикання, що не приводять до спалаху навколишнього вибухонебезпечного середовища);
- чистота зовнішньої поверхні;
- швидкодія автоматичного захисту.

Вибухонебезпечні приміщення діляться на:

- В І – в яких знаходяться горючі гази або пари, які здатні створювати з повітрям вибухонебезпечні суміші в нормальних умовах роботи;
- ВІа – вибухонебезпечні суміші можуть виникати тільки при аварії;
- ВІб – вибухонебезпечні суміші можуть виникати тільки при аварії, але мають нижню межу вибуху вищу ніж ВІа, або їх небезпечна концентрація може виникнути тільки локально;
- ВІг – зовнішні установки, які містять газ, пару, горючі речовини, вибух яких може відбуватися тільки в результаті аварії;
- ВІІ – в яких знаходяться завислий пил або волокна в нормальних умовах роботи;
- ВІІа – в яких знаходяться завислий пил або волокна в нормальних умовах роботи, вибух можливий тільки в аварійному режимі.

За рівнем вибухозахисту СП діляться на:

- 1) *підвищеної надійності проти вибуху*, в яких передбачені способи захисту від виникнення іскри, електричних дуг і небезпечного нагріву елементів, що забезпечують вибухозахист при нормальному режимі роботи;

- 2) *вибухозахищені*, в яких передбачені способи захисту навколишнього вибухонебезпечного простору від виникнення іскри, електричних дуг і небезпечного нагріву елементів, що забезпечують вибухозахист при нормальному й аварійному режимах роботи;
- 3) *особовибухозахищені*, які мають додаткові способи захисту від вибуху.

### Вибухозахищені СП

Залежно від сфери використання вибухозахищені світильники діляться на:

- 1) *копальневі* – для шахт, копалень;
- 2) для виробництв газової, нафтової, хімічної та інших галузей промисловості.

Вибухозахищені СП для внутрішнього і зовнішнього встановлення мусять мати такі способи вибухозахисту:

1. Вибухонепроникна оболонка – це вид вибухозахисту СП, які мають оболонку, що витримує тиск вибуху усередині неї і запобігає розповсюдженню вибуху з оболонки в навколишнє вибухонебезпечне середовище.

2. Електричний ланцюг – вид вибухозахисту, при якому електричний ланцюг СП робиться таким чином, що електричний розряд або його нагрів не може запалити вибухонебезпечне середовище.

3. Захист виду "е" – вид вибухозахисту, який реалізується завдяки тому, що елементи СП не мають частин, які нормально іскрять, а також прийнято низку заходів, які ускладнюють виникнення нагріву, іскри, електричних дуг.

4. Заповнення або продування оболонки надмірним тиском – вид вибухозахисту, при якому СП заповнюється прозорою рідиною і має вимикаючий пристрій для відключення напруги живлення при зниженні тиску.

5. Автоматичне захисне вимкнення – вид вибухозахисту, який забезпечує автоматичне виключення СП від джерела струму при руйнуванні колби лампи або світлопрозорого елемента.

### **3.9.4 Світлотехнічна безпека**

Основні параметри, які визначають світлотехнічну безпеку:

- світлорозподіл;
- яскравість;
- блискість;
- напрямок світла;
- передача кольору і колірна температура;
- мерехтіння;

Світлотехнічна безпека СП забезпечується виконанням наступних норм при конструюванні:

1. Світильники з дзеркальними відбивачами не мають створювати дзеркального віддзеркалення тіла лампи, що світиться, в межах захисних кутів.

2. У світильниках з люмінесцентними лампами для обмеження пульсацій мають застосовуватися ПРА, що складаються з паралельних індуктивних і ємнісних ланцюгів, що забезпечують зсув фаз між струмами ламп  $90^{\circ}$ .

### 3.9.5 Механічна безпека

Механічна безпека – комплекс кількісних показників механічних, геометричних властивостей і характеристик виробу, який забезпечує зниження ризику заподіяння шкоди здоров'ю або загрози життю користувача.

Механічна безпека різних СП характеризується:

- 1) вібраційними або ударними навантаженнями;
- 2) зусиллями, що прикладаються до вузлів підвісу, з метою визначення їхньої механічної міцності;
- 3) моментами, що крутять, різьбовими й іншими жорсткими механічними з'єднаннями, що витримуються;
- 4) стійкістю опорних СП, які визначаються кутом перекидання СП.

Світильники не мусять мати гострих ребер або виступаючих гострих кутів, які можуть при монтажі або експлуатації створювати небезпеку для користувача. Вузли кріплення підвісних світильників мають витримувати 1 г статичного навантаження, рівного п'ятикратній масі світильника. Елементи світильника мають витримувати енергію удару від 0,2 до 0,7 Дж. Металеві частини світильника, які закривають частини, що знаходяться під напругою, мають витримувати натиск силою 30 Н.

### 3.9.6. Термічна безпека

Відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ) вся електроапаратура, у тому числі й СП, ділиться на 6 температурних груп (від Т1 до Т6). Температура на поверхні будь-яких елементів СП для цих груп не мусить перевищувати наступні значення: Т1 – 450, Т2 – 300, Т3 – 200, Т4 – 135, Т5 – 100, Т6 – 80°C.

Гранична температура нагріву окремих частин або деталей світильника, що працює при температурі навколишнього середовища  $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$  не має перевищувати меж:

- опорна поверхня з матеріалу, що займається, – до  $90^{\circ}\text{C}$ ,
- цоколь лампи скляної колби – до  $210^{\circ}\text{C}$ ;
- ізоляція дрітків внутрішнього монтажу – до  $100^{\circ}\text{C}$ ;
- деталі з термореактивних пластин до –  $110^{\circ}\text{C}$ ;
- деталі з дерева, паперу, текстилю –  $85^{\circ}\text{C}$ ;
- рукоятки, кнопки і т.п. зовнішні поверхні, які в експлуатації підлягають частому дотику з металів –  $60^{\circ}\text{C}$ , з інших матеріалів –  $75^{\circ}\text{C}$ .



### 3.9.7 Акустична безпека

Шумовий фон генерується ПРА внаслідок вібрації пластин (елементів) магнітопроводу з частотою рівною подвоєній частоті струму.

Класи ПРА за рівнем створюваної звукової потужності:

Н – нормальний

П – зниженим

А – низьким

З – особливо низьким

### 3.10 Транспортабельність СП

Ця властивість характеризує пристосованість конструкції СП до переміщення у просторі, що не супроводжується використанням, а також до підготовчих і завершальних операцій, пов'язаних з транспортуванням СП при виробництві, експлуатації та ремонті.

На транспортабельність виробу впливають його маса, об'єм, форма, габаритні розміри, режими переміщень, сприйнятливість до зовнішнього впливу, а також здатність конструкції до розбирання й упакування в розібраному вигляді.

### 3.11. Контролездібність

Контролездібність – властивість конструкції забезпечувати можливість, зручність і надійність її контролю у процесі виробництва і ремонту. Контролездібність визначається пристосованістю конструкції до використання раціональних методів і засобів діагностування; можливістю контролю всіх параметрів, передбачених у ТД (перш за все в експлуатаційній документації) без демонтажу його складових частин; раціональним розташуванням, доступністю, легкоз'ємністю і легкоз'єднанням пристроїв сполучення; мінімальним числом параметрів, що дозволяють забезпечити повноту і достовірність оцінки технічного стану СП.

Коефіцієнт контролездібності визначають за формулою:

$$K_K = \frac{T_{O.K}}{T_{K.O} + T_{B.K}},$$

$T_{O.K}$  – трудомісткість СП в основних операціях технічного контролю;

$T_{B.K}$  – трудомісткість СП у допоміжних операціях технічного контролю.

### 3.12 Екологічність СП

Рівень шкідливих дій техніки на навколишнє середовище, що виникають при її виробництві, експлуатації, ремонті й утилізації, залежить від СП інженерних

рішень, що приймаються при конструюванні. Ця властивість нерозривно пов'язана з реалізацією вибраних при розробці технологічних процесів, що вимагають наявності очисних споруд (гальванічні й лакофарбні покриття), пристроїв загальнообмінної вентиляції та місцевого відсмоктування відходів (при шліфовці й поліровці, при пресуванні фенопластів і композиційних пластмас). Разом з цим необхідно передбачати спеціальні пристрої для утилізації ртутних ламп, що виходять із ладу у процесі експлуатації й що несуть загрозу отруєння навколишнього середовища, так само виключати дію на середовище шкідливих речовин з конденсаторів, акумуляторів.

### **3.13 Соціальне призначення СП**

Багато СП розробляються не в цілях отримання техніко-економічної вигоди, не для забезпечення можливості підвищення продуктивності та якості праці або безпеки руху, а для того, щоб зробити життя людей приємнішим і радіснішим. Розробка таких СП несе на собі характер виконання соціального замовлення суспільства або окремих його представників. Тому показники соціального призначення мають, як правило, емоційні властивості: "зручно", "красиво", "комфортно".

## **4. Принципи вибору оптичних систем світлових приладів і підвищення їхньої світлотехнічної ефективності**

Вибір оптичної системи СП найважливіший і один з перших етапів конструювання, що значною мірою визначає компоновку СП, його габарити, масу й основні характеристики. Основні принципи вибору оптичних систем СП і шляху забезпечення їхньої високої світлотехнічної ефективності базуються на знанні характеристик оптичних елементів, а також на урахуванні світлотехнічних показників якості СП, що пред'являються в ТЗ і специфіці технології виробництва.

### **4.1 Світлотехнічні вимоги (показники якості)**

Світлотехнічні вимоги до СП включають вимоги до світлорозподілення, яскравості, захисних кутів, ККД, світловому потоку і структури випромінювання. Необхідно звернути увагу на органічний зв'язок між всіма світлотехнічними вимогами до СП. Зміна вимог до одних із характеристик спричиняє, як правило, зміну значень інших. Наприклад, збільшення вимог до обмеження яскравості призводить до підвищення значень захисних кутів, зниження ККД, деформації КСС. Зміна структури випромінювання пов'язана зі зміною ККД і яскравості і т.д.

#### 4.1.1 Вимоги до світлорозподілення

Ця група вимог висувається до найбільш загальної та важливої характеристики більшості СП і охоплює вимоги до КСС і розподілу світлових потоків у просторі або на площині.

Кожен СП мусить мати світлорозподілення, ефективне для основної сфери його застосування. При цьому під ефективним світлорозподіленням розуміється таке, яке забезпечує найкращі кількісні та якісні показники освітлювальних установок при найменших економічних витратах.

Вимоги до ефективності світлорозподілення світлових приладів ще не сформульовані; однак для низку найважливіших груп приладів вони вже розроблені, а деякі для прикладу приведені нижче.

Для промислових світильників загального рівномірного освітлення ефективними є три КСС – Ш1, Г2 і К1, показані на рис. 4.1, які забезпечують найкращі умови освітлення при мінімальних затратах як у споживача, так і у виробника завдяки мінімізації числа типів оптичних систем приладів та отримання як мінімальної витрати  $Q_{\Pi}$  споживача на отримання корисної світлової енергії, так і мінімальних витрат електроенергії.

Розробка і використання світильників з вказаними КСС забезпечують можливість вирішення більшості завдань техніки загального промислового освітлення при створенні необхідної рівномірності розподілу освітленості, найбільших співвідношень між освітленістю у вертикальній і горизонтальній площинах при дотриманні норм обмеження засліпленої та найменшої встановленої потужності.

Для багатьох виробничих приміщень, що мають світлі поверхні перекриттів і верхньої частини стін, необхідно забезпечити ті самі КСС у нижній півсфері, направляючи одночасно 20—25% світлового потоку у верхню зону простору для вирівнювання розподілу яскравості у полі зору тих, що працюють, тобто необхідні світильники переважно прямого світла.

Ефективні КСС світильників для освітлення вулиць, розраховані з умови забезпечення найбільшої рівномірності яскравості асфальтових покриттів при мінімальній витраті електроенергії, приведені на рисунку 4.2.

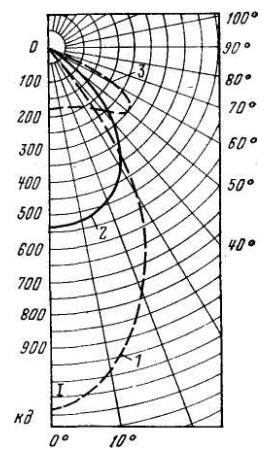


Рис. 4.1 –  
Сімейство кривих  
сили світла

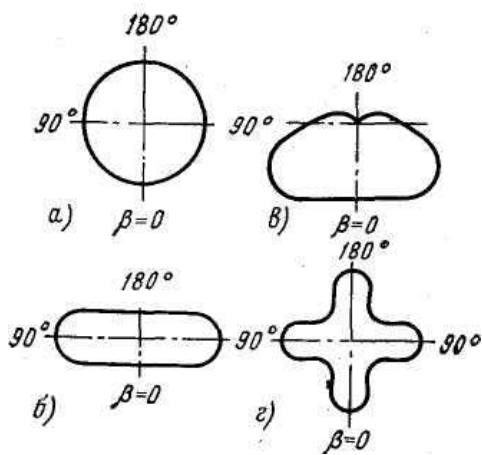


Рис. 4.2 – КСС світильників для освітлення вулиць

зниження сліпучої дії в зонах захисних кутів, підсвічування стелі та верхньої частини стін з метою вирівнювання розподілу яскравості по поверхнях приміщень.

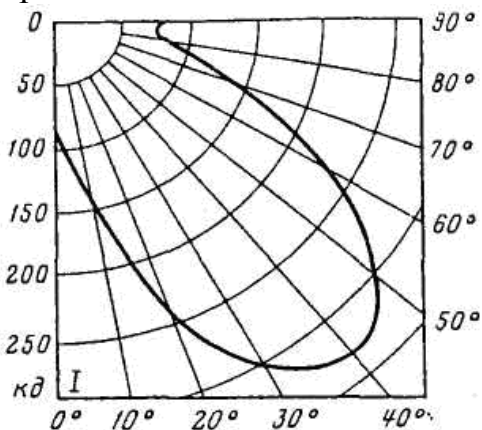


Рис. 4.3 – КСС СП для громадських будівель

При постійній роботі у дисплея необхідно, щоб в кутках вище за граничне  $50^\circ$  максимальної яскравості світильника не перевищувала  $200 \text{ кд/м}^2$  (при періодичному використанні дисплеїв  $60^\circ$ ) (рис. 4.4).

а) світильники з круглосиметричним світлорозподілом в екваторіальній площині призначені для освітлення майданів, територій і вулиць нижчих категорій;

б) з боковим світлорозподіленням — для освітлення вулиць при боковому розташуванні світильників;

в) з осевим світлорозподіленням — для освітлення вулиць при розташуванні світильників по осях вулиць або осях руху; з чотиристороннім світлорозподіленням;

г) для освітлення перехресть.

До світильників для громадських будівель висуваються жорсткі вимоги з комфортності,

Ефективна двопротенева (у поперечній площині) КСС світильників з ЛЛ для креслярсько-копіювальних і конструкторських бюро, розрахована для умов різкого обмеження відбитої блискоти, показана на рисунку 4.3.

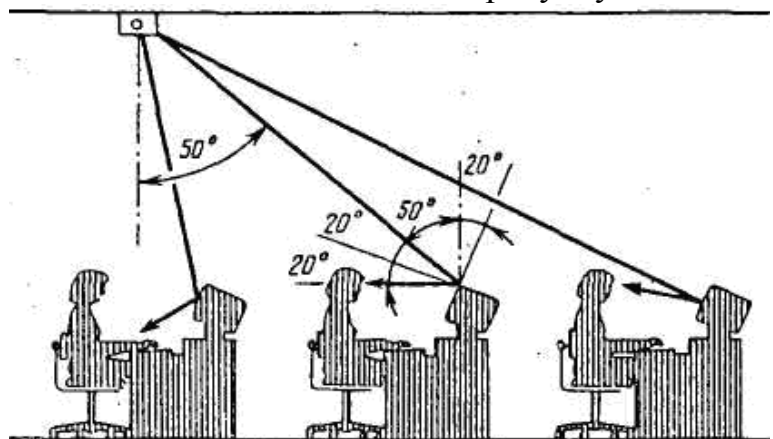


Рис. 4.4 – Розміщення устаткування в офісних будівлях

Потрібна КСС світильників для очисних заборів, обладнаних механізованими комплексами, представлена на рисунку 4.5. Ця крива розрахована з урахуванням максимальної висоти заборів, кроку розташування секцій кріплення, відстаней між світильниками, нормованих значень освітленості.

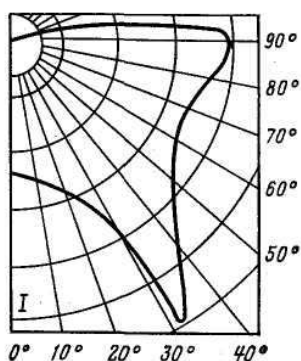


Рис. 4.5 – КСС СП для очисних забоїв

Ефективне світлорозподілення світлових маяків літальних апаратів, призначених для попередження можливих зіткнень, розраховано на основі виявлення закону розподілу вірогідності зіткнення літаків по напрямках в повітрі. Забезпечення такого світлорозподілення замість раніше поширеного кругового дозволяє або знизити споживану маяком потужність, або різко підвищити дальність дії маяка при тій же його потужності (рис. 4.6).

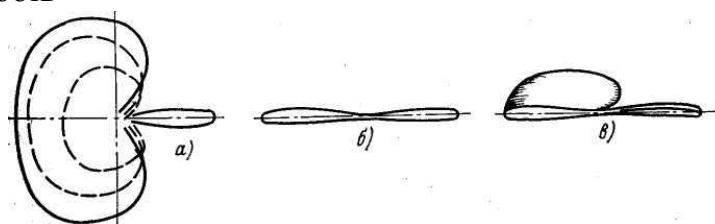


Рис. 4.6 – КСС літакових маяків:

*а) горизонтальна площина, б) вертикальна площина, в) фотометричне тіло*

#### 4.1.2 Вимоги до освітленості

Необхідне СП у багатьох випадках задається розподілом освітленості. Для більшості дзеркальних ламп-світильників потрібно забезпечити певний рівень освітленості на заданій поверхні при фіксованій відстані до неї.

Світильник з ЛР для місцевого освітлення металоріжучих верстатів має забезпечити освітленість  $1,5 \text{ Клк}$  у плямі діаметром  $0,3 \text{ м}$  при висоті від світильника до освітлюваної поверхні  $0,4 \text{ м}$ .

Світильники місцевого і комбінованого освітлення для житлових і громадських будівель мають створювати на робочій поверхні освітленість не менше:  $100 \text{ лк}$  у межах кола діаметром  $0,5 \text{ м}$  при настільних і настінних світильниках і в межах кола діаметром  $0,6 \text{ м}$  при підвісних і підлогових світильниках з ЛР;  $300 \text{ лк}$  в межах прямокутника з розмірами  $0,4 \times 0,3 \text{ м}$  (при цьому в межах прямокутника з розмірами  $0,6 \times 0,4 \text{ м}$  освітленість не має бути менше  $100 \text{ лк}$  при світильниках з ЛЛ).

Освітленість може підвищуватися або знижуватися залежно від характеру робіт (наприклад, для креслярських столів світильник має забезпечити  $400 \text{ лк}$  на площі  $0,85 \times 0,6 \text{ м}$ , для місць періодичного читання і шиття достатньо  $200 \text{ лк}$ ).

При забезпеченні розглянутих вимог освітленість має створюватися світильниками, основа яких знаходиться поза вказаною площею, тому що значна частина освітленої поверхні не може бути використана для роботи і велика частина світлового потоку пропадає.

#### 4.1.3 Вимоги до захисних кутів і характеристик, яскравості

Нормування захисних кутів і нормування яскравості СП тісно пов'язані. У міру підвищення вимог до якісних показників освітлювальних установок (і перш за все до сліпучої дії, комфортності) зростають нормовані значення захисних кутів і знижуються допустимі значення яскравості. На сьогодні захисні кути нормуються для більшості світильників, призначених для приміщень з постійним перебуванням людей, яскравість же обмежується у світильників для житлових і громадських будівель.

Вимоги до захисних кутів і обмеження яскравості не висуваються: до світильників для вулиць, майданів і доріг, для яких стандартом нормується світлорозподілення (і, таким чином, вживаються заходи для обмеження сліпучої дії); до декоративних світильників і світильників для парадних приміщень; до світильників, призначених для використання над світлорозсіювальною поверхнею стель, що світять, і за будівельними конструкціями, що екранують лампи; до світильників з ЛР для загального освітлення житлових приміщень, а також до світильників для приміщень із тимчасовим перебуванням людей.

Світильники з ЛЛ, призначені для установлення в коридорах та інших вузьких приміщеннях, можуть мати захисний кут  $30^\circ$  тільки в одній поздовжній або поперечній площинах, при цьому зона обмеження яскравості не нормується.

Світильники для загального і комбінованого освітлення виробничих приміщень мусять мати в нижній півсфері захисні кути не менше  $15^\circ$ . Вимоги ж до промислових світильників місцевого освітлення значно жорсткіші □ вони мусять мати відбивач з матеріалів, які не просвічуються, що забезпечує захисні кути не менше  $30^\circ$  у всіх меридіональних площинах для круглосиметричних приладів і у поперечній площині для світильників з двома площинами симетрії.

Таблиця 4.1 – Захисні кути світильників місцевого освітлення

| Висота світлового центру світильника | Зона обмеження яскравості | Захисний кут (не менше) |  |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--|
|                                      |                           | у нижній півсфері       | у верхній півсфері   |
| 1,1<br>1,1-1,2                       | 85—125°<br>75—110°        | 5 — 15°                 | 35 — 20°   |
| 1,2—1,3                              | 65—90°<br>60—90°          | 25 — 30°                | Колба лампи розжарювання має бути не вище за площину зрізу верхнього вихідного отвору рассеивателя |

Зменшення значень захисних кутів до  $10^\circ$  допускається тільки для світильників, призначених для установки нижче за лінію зору того, що працює.

Таблиця 4.2 – Обмеження яскравості світильників з ЛЛ для громадських будівель

| Номер групи | Найменування приміщень, для яких призначені світильники   | Захисний кут у поперечній і поздовжній площині (не менше) | Зона обмеження яскравості | Клас світлорозподілення                              |      |      |
|-------------|---|---|---------------------------|--|------|------|
|             |   |   |                           | П  | Н    | Р,В  |
|             |   |   |                           | Габаритна яскравість не більш $\text{кд}/\text{м}^2$ |      |      |
| 1           | Групові та спальні кімнати дитячих установ, палати лікарень   | $90^\circ$ (умовний)                                      | $0 - 90^\circ$            | 2000   |      |      |
| 2           | Класи, навчальні кабінети й аудиторії в школах, вузах і технікумах, конструкторські бюро, читальні зали | $30^\circ$  | $60 - 90^\circ$           | 3500 (для підвісних)<br>5000 (для стельових)         | 4500 | 6000 |

Таблиця 4.3 – Обмеження яскравості побутових світильників з ЛР

| Клас світлорозподілення | $L_{г.н}, \text{кд}/\text{м}^2$ , не більше |  |
|-------------------------|---|--|
|                         | для підвісних і підлогових світильників     | для настільних, настінних світильників |
| П                       | 4500  | 4000                                   |
| Н                       | 4000  | 3000                                   |
| Р                       | 3000  | 2000                                   |

Усі світильники із дзеркальними відбивачами не мають створювати дзеркального відбиття тіла лампи, що світить, у межах захисних кутів, а в усіх світильників з верхніми вихідними отворами тіло лампи, що світить, повинно бути розташоване нижче вказаних отворів.

Якщо параметри світильників відрізняються від вказаних вихідних, допустима габаритна яскравість обчислюється за формулою:

$$L_r = 4 \cdot 10^{-5} L_{г.н} \frac{\sum \Phi_{CB}}{S_{CB}} K,$$

де  $L_{г.н}$  — табличне значення габаритної яскравості;

$\sum \Phi_{CB}$  — сумарний світловий потік ламп, встановлених в одному розсіювачі (якщо світильник має декілька окремих розсіювачів однакової форми),  $\text{лм}$ ;

$S_{CB}$  — площа проекції одного розсіювача на вертикальну площину,  $\text{м}^2$ ;

$K$  — поправочний коефіцієнт, що враховує зміну висоти світлового центру (до змінюється від 1 до 1,35 при зміні висоти підвісних і підлогових, настінних світильників від менше 1 до 1,4 м).

ККД найбільш довершених світильників складає 0,8 – 0,86. Значення ККД менш 0,45 – 0,5 є для масових виробів низьким і може бути виправдано лише спеціальними умовами. Одним з них може бути забезпечення значно вищих коефіцієнтів використання освітлювальних установок за рахунок задоволення особливих вимог до світлорозподілення або розподілу яскравості. При поляризації світлового випромінювання у світильнику ККД може знижуватися в 2,5 – 3 рази, проте зниження відбитої блискоти компенсує ці втрати.

Відповідно до діючих стандартів значення ККД світильників для промислових і громадських будівель, а також побутових світильників із ЛЛ повинні відповідати приведеним табл. 4.4. Для побутових світильників із ЛР нормуються значення ККД від 0,5 до 0,7 залежно від способу установлення, числа ламп, кольору і матеріалу розсіювача. Для світильників місцевого і комбінованого освітлення, декоративних світильників і нічників, ручних світильників, СП прожекторного і проектного типів ККД не нормуються.

Таблиця 4.4 – Вимоги до ККД

| Клас світлорозподілення                        | Характеристики відбивача | Захисний кут у нижній півсфері | ККД світильника, не менш %   |                           |                                |                             |  |
|--|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--|
|  |                          |                                | Без інших оптичних елементів | З прозорим захисним склом | З розсіювачем або заломлювачем | З елементами, які екранують | З розсіювачем та елементами, які екранують, або заломлювачем |
| Переважно прямого і переважно відбитого світла | Дзеркальний              | 15 – 30°                       | 75                           | 70                        | 65                             | 70                          | -  |
|  |                          | ≥ 30                           | 70                           | 65                        | 60                             | 65                          | -  |
|  | Дифузний                 | 15 – 30°                       | 70                           | 65                        | 60                             | 60                          | 55   |
|  |                          | ≥ 30                           | 65                           | 60                        | 55                             | 55                          | 50   |
| Розсіяного світла                              | Дифузний                 | 15 – 30°                       | 75                           | 70                        | 65                             | 65                          | 60   |
|  |                          | ≥ 30                           | 70                           | 65                        | 60                             | 60                          | 55   |
|  | Без відбивача            | Без захисного кута             | 80                           | 70                        | -                              | -                           | -  |
|  |                          | 15 – 30°                       | -                            | -                         | 70                             | 80                          | 70   |
|  |                          | ≥ 30                           | -                            | -                         | 65                             | 75                          | 65   |



Примітки:

1. Для світильників з ЛЛ, що мають елементи, що екранують та створюють захисний кут тільки в одній площині, ККД має не менше ніж на 5% перевищувати вказані в таблиці значення.

2. Опускається зниження ККД на 5%: а) для вбудовуваних світильників, а також настінних і підлогових; б) для світильників із ЛР або газорозрядними високого тиску з числом ламп дві або більше і для світильників з числом ЛЛ більше двох; в) для світильників із ГЛВД, а також фігурними ЛЛ; г) для світильників із захисною сіткою; г) для світильників прямого і відбитого світла.

3. При одночасній наявності декількох вказаних вище в примітці факторів відповідна сумарна зміна нормованих значень ККД не має перевищувати 10%;

4. Допускається зниження ККД на 10%: а) для світильників, не призначених для створення загального освітлення у громадських будівлях; б) для стельових світильників прямого світла, висота яких не перевищує 100 мм.

## **4.2 Врахування пристроїв джерел світла при конструюванні СП**

Одне з найважливіших питань, яке необхідно вирішити при конструюванні СП, є вибір типу, потужності й розташування ДС.

ЛР мають найменші розміри поверхні, що світить, і найбільші значення яскравості, на їхню роботу не впливають температура, вологість навколишнього середовища, положення горіння, вони не вимагають дорогих і важких ПРА, дешеві й невибагливі. Однак, ЛР створюють найбільш нерівномірний розподіл світлового потоку в пучку СП і високу сліпучу дію (особливо при лампах великої потужності).

Конструкція СП із ЛР: застосування відбивачів із характеристиками наведено-розсіяного або дифузного віддзеркалення (відбивачі з хвилястою поверхнею, з регулярним мікрорельєфом); використання розсіювачів (молочних і опалових).

У галогенних ЛР (ГЛР) велика світлова віддача і термін служби. Однак, лінійні ГЛР чутливі до будь-яких змін положення в порівнянні з номінальним (тобто горизонтальним із відхиленням не більше  $\pm 4^\circ$ ); відносно велика довжина при високій яскравості тіла розжарювання.

Конструкція СП із ГЛР: використання у дзеркальних параболоциліндричних (гладких, матованих, лускатих або пластинчастих оптичних системах, що відбивають); можливість зміни напрямку світлового пучка без зміни положення лампи, для чого конструкції СП у цілому і відбивача зокрема мають дозволяти здійснювати поворот навколо поздовжньої осі СП, яка збігається з віссю параболоциліндра.

ЛЛ економічно ефективні, мала яскравість, велика протяжність при малій одиничній потужності.

Характеристики ЛЛ залежать від температури і вологості навколишнього середовища, значних пульсацій світлового потоку

Конструкція СП із ЛЛ: використання декількох ЛЛ у СП (для підвищення потужності СП і зниження пульсації світлового потоку) призводить до шкідливого підвищення температури і ускладнює використання дзеркальних і призматичних оптичних систем.

За відсутності розсіювачів використовують екрануючі ґрати для захисту очей від блимів.

Використовують ЛЛ з електронними ПРА, що забезпечують високочастотне живлення, пульсації у схемах однолампових СП вдається повністю уникнути.

Рациональний перерозподіл випромінювання ЛЛ можливий тільки в поперечних площинах, при цьому через великі розміри тіла, що світить, досягнути значних коефіцієнтів посилення СП при допустимих розмірах відбивачів дуже складно.

У КЛЛ компактне тіло, що світить, і можливість перерозподілу випромінювання; уніфіковані рішення при розробці оптичних систем СП з ЛР і КЛЛ (гвинтовий цоколь і вбудоване ПРА).

Добра якість перенесення кольорів; миттєве перезапалювання при короткочасному відключенні, однак присутня залежність світлового потоку від температури навколишнього середовища.

КЛЛ прийшли на заміну ЛР, однак, через великі розміри і масу сфера застосування обмежена.

Конструкція: КЛЛ із двоштирковим цоколем зі спеціальним виступом і вбудованим стартером не придатні для роботи з виносним електронним ПРА, для роботи з яким призначені ЛЛ з чотириштирковим цоколем без стартера.

В оптичній системі світильників для внутрішнього освітлення розташовують КЛЛ горизонтально, а в СП для зовнішнього освітлення (для роботи при нижчих температурах) – вертикально.

Для виключення "райдужного ефекту" у відбивачах при взаємодії випромінювання трисмугових КЛЛ з тонкими поверхневими плівками дзеркальних відбивачів необхідно: при відбивачі з чистого алюмінію, щоб анодована плівка була товщиною більше 8 мкм, а при відбивачах з пластмаси □ щоб напильний дзеркальний шар був зовні захищений оптично товстим шаром прозорого, твердого і стійкого до УФ-випромінювання лаку.

У ДРЛ велике тіло, що світить, з відносно невеликою нерівномірністю розподілу яскравості, тому створення світильників прямого світла з широкими КСС практично неможливе (верхні зони відбивача не можуть працювати в необхідних напрямках, оскільки огинати відбитими променями колби лампи дуже складно), а колба практично не прозора.

Конструкція: гладкі дзеркальні відбивачі (рис. 4.7, а), що забезпечують добру рівномірність світлового пучка СП; відбивачі великих розмірів; використання світильників переважно прямого світла класу II, у яких верхні зони

відбивача відсутні (рис. 4.7, б); застосовують двохвідбивні світильники (рис. 4.7, в) для обмеженого числа світильників зовнішнього освітлення.

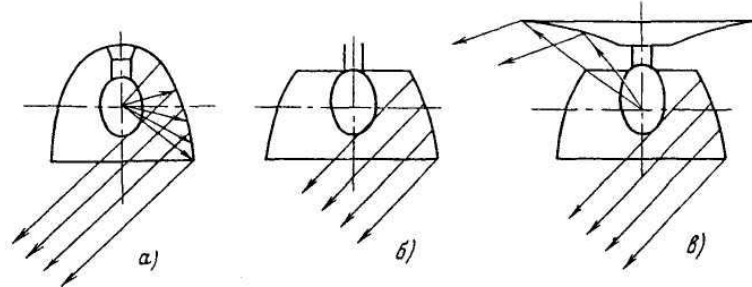


Рис. 4.7 – Схеми дзеркальних світильників із ДРЛ

Металлогалогенні лампи (МГЛ) практично лінійні тіла високої нерівномірної яскравості, що світять (відношення довжини пальника до діаметра стовпа, що світить, 1,8 – 4,5); чутливі до положення горіння; різний спектральний склад випромінювання різних ділянок пальника (через розшарування розряду при вертикальному горінні в основному ламп з добавкою йодидів натрію, індія і талія).

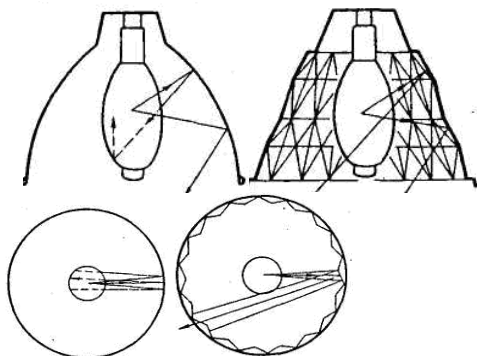


Рис. 4.8 – Хід променів у гладкому (ліворуч) та структурованому (праворуч) відбивачах

Конструкція СП із МГЛ: із дзеркальними відбивачами параболоїдної або іншої форми при розташуванні пальника уздовж оптичної осі СП; рівномірний розподіл світлового потоку у світловому пучку і стабільність КСС досягаються при матуванні відбивачів або регулярному мікрорельєфі на них; для забезпечення високої концентрації випромінювання в одній площині використовуються з параболоциліндричними відбивачами і розташовуються горизонтально по осі циліндра.

Натрієві лампи високого тиску (НЛВТ) – чутливі до можливого перегріву пальника сфокусованим на ній відбитим пучком світла (зниження світлової віддачі й терміну служби); малий поперечний розмір стовпа розряду.

Конструкція СП із НЛВТ: поздовжнє гофрирування, а також додаткове поперечне розчленовування відбивача (необхідне огинання відбитими променями пальника НЛВТ при забезпеченні необхідної КСС і зниженні сліпучої дії); заходи для підвищення рівномірності розподілу потоку у світловому пучку: використання матування дзеркальних відбивачів (або захисного скла), або кування відбивачів, а також застосування пластинчастих (або лускатих) відбивачів (рис. 4.8).

## 5. Тепловий режим і врахування його при конструюванні світлових приладів

Надійність і безпека роботи СП, їхні світлотехнічні й електротехнічні характеристики залежать від теплового режиму. При невідповідності теплового режиму приладів і температурних характеристик застосованих в них комплектуючих виробів і матеріалів скорочує термін служби СП внаслідок висихання ізоляції монтажних дротів, обгорання пластмасових патронів, виходу з ладу ПРА, пробоя конденсаторів і т.д. За високої температури покриття, що відбиває, жовтіє, захисні плівки втрачають прозорість, унаслідок чого погіршуються світлотехнічні характеристики СП (зменшується ККД, деформується КСС). Тепловий режим СП є одним з найважливіших факторів при виборі габаритних розмірів світильників. Враховуючи те, що основна частина електричної енергії, що підводиться до джерел світла, безпосередньо переходить у тепло, а менша випромінюється у вигляді світлового потоку, проблема теплового режиму СП стає однією з провідних проблем при конструюванні.

### 5.1 Шляхи зниження теплонапруженості конструкцій

При неможливості перегляду габаритних розмірів СП можливе застосування низки спеціальних заходів зі зниження теплонапруженості конструкції.

#### 5.1.1 Теплотехнічний поділ зон за допомогою тепловідбиваючих екранів

Для СП конструктивного виконання V-A1 і IV-A1 з високотемпературними ДС на теплонапружених елементах значення  $K_{\Delta ti}$  найбільше. У результаті термін служби знижується на 30-40%.

У конструкцію СП вводиться додатковий вузол, що ущільнює тепловідбиваючий екран  $\mathcal{E}$  (рис. 5.1), який містить пружний елемент, розташований між колбою лампи і патроном.

Тепловідбиваючі екрани в СП можуть виготовлятися з еластичної нагрівостійкої силіконової гуми (рис.5.1, а) або з металу (рис. 5.1, б).

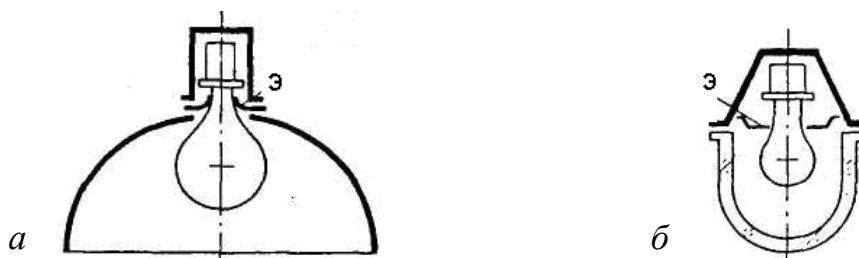


Рис. 5.1 – Тепловідбиваючі екрани в світильниках

Покращення теплового режиму СП:  $\Delta t_i$  на теплонапружених елементах – цоколях, патронах і дротах – знижується на 30 – 50%; підвищується термін служби ЛР у СП; можливе створення ущільнених СП простої конструкції з лампами великої потужності; можливість створення ефективних КСС при менших розмірах відбивачів (відсутність внутрішнього захисного скла).

### 5.1.2 Використання інтенсивної природної вентиляції

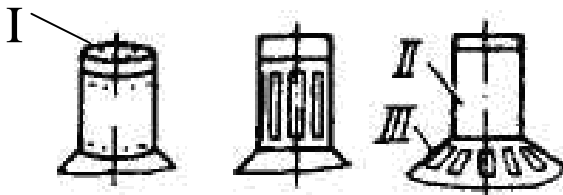


Рис. 5.2 – Різні за кількістю і розмірами вентиляційні отвори в корпусі СП (кришці – I, корпусі – II, відбивачі – III)

Вентиляційні отвори в корпусі СП знижують теплонапруженість конструкції на 20 – 40% (рис. 5.2).

Вентиляційні отвори на корпусі призводять до зниження в найбільш теплонапружених місцях на 27 – 38% (особливо сильно на ізоляції дроту).

При виконанні у верхній частині кришки і корпусу малого числа отворів малої площі (менш  $5\text{см}^2$ ) для контакту патрона і цоколя лампи може спостерігатися підвищення температури через посилення конвекційної передачі тепла.

На рисунку 5.3 показано вплив площі та розташування вентиляційних отворів на тепловий режим світильника. Незалежно від форми і розташування вентиляційних отворів, починаючи з певного значення їхньої сумарної площі, зниження при подальшому збільшенні цієї площі трохи змінюється.

Приклад 1. Природну вентиляцію в ГЛР. При конструюванні СП із могутніми концентрованими випромінювачами (галогенні ЛР (1,0; 1,5 і 2,0 кВт)) важливо забезпечити допустиму температуру у вузлі введення дротів (рис. 5.4).

Необхідно віддалити вузол підвісу (4) по висоті від корпусу не менше ніж на  $h = 300\text{ мм}$ .

Застосовується повітряновідхиляючий пристрій заввишки 100 мм.

Гаряче повітря підіймається вгору, завдяки ефекту пристіночної течії притискається до відбивача (2), потрапляє в щілини (5), утворені корпусом СП і похило розташованими пластинами пристрою, зміщується по ним убік і

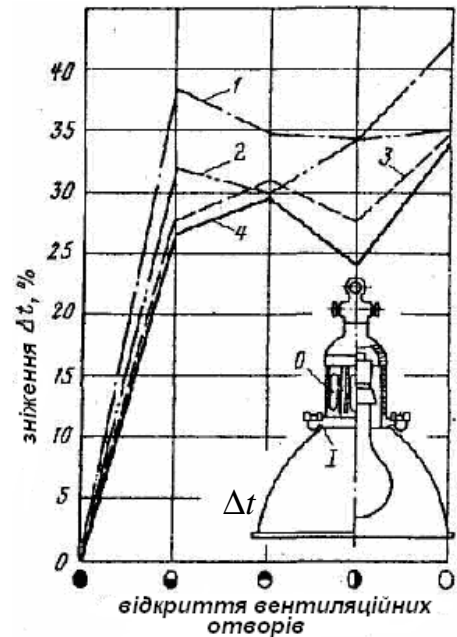


Рис. 5.3 — Глибоковипромінювач із ЛР:

- 1 — ізоляція дроту;
- 2 — відбивач в точці 1;
- 3 — корпус патрона;
- 4 — цоколь лампи

піднімається вгору. Завдяки зменшенню тиску в рухомому потоці повітря останній захоплює холодне навколишнє повітря і омиває вузол підвісу.

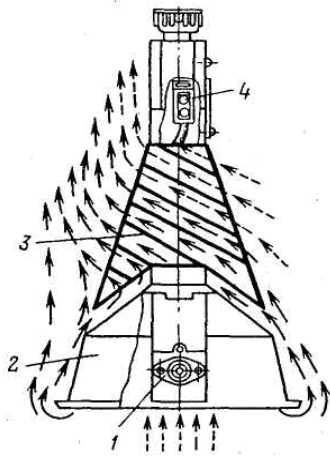


Рис. 5.4 –  
Повітрявідхиляючий  
пристрій світильника  
із ГЛР

Приклад 2: Тепловідвод у потужних світлодіодних лампах.

Прагнення до підвищення виходу світлового потоку світлодіода призводить до збільшення прямого струму через кристал напівпровідника, і як наслідок, збільшення тепловиділення. 65~85% електроенергії при роботі світлодіода йде в тепло. При неправильному тепловому розрахунку пристрою надлишок тепла підвищує температуру активної частини кристала, що призводить до зменшення максимального оптичного виходу й обмежує термін служби світлодіода. До того ж полімер, з якого виготовлений корпус світлодіода, не можна нагрівати вище певної межі – деформація колби може призвести до обриву струмоводу. Температура кристала, що знаходиться в середині полімерної колби, не має перевищувати деякого значення в певному інтервалі часу. Висока робоча температура

p-n-переходу згодом призводить до деградації світлових характеристик світлодіодної лампи: знижується світловипромінюваність кристала, змінюються характеристики люмінофора. У результаті зменшується довговічність світлодіодної лампи – один з основних показників, що вигідно відрізняє її від традиційних джерел світла.

Температура p-n-переходу в загальному випадку визначається трьома параметрами:

- температурою навколишнього середовища;
- теплопровідністю між p-n-переходом і тепловідвідною основою корпусу світлодіода;
- розсіюваною електричною потужністю світлодіода.

При розробці світлодіодних ламп необхідно керуватися наступними основними положеннями:

- 1) мінімізація щільності розподілу тепла на платі зі встановленим світлодіодом або групою світлодіодів;
- 2) мінімізація температури в середині об'єму пристрою. Саме ця температура буде температурою навколишнього середовища для світлодіода;
- 3) збільшення теплопровідності між радіатором і тепловідвідною підставою корпусу світлодіода. Її величина безпосередньо впливає на перепад температури й ефективність відведення тепла, а отже, і розмір радіатора;
- 4) розташування радіатора має забезпечувати безперешкодну природну конvekцію повітря, інакше ефективність тепловідводу буде недостатньою.





Рис. 5.5 – Радіатор для світлодіодного кластера

Використання радіатора значно зменшує температуру корпусу світлодіода (рис. 5.5). Для тепловідводу використовують радіатори з природним конвекційним охолодженням.

### 5.1.3 Покращення тепловідводу шляхом підвищення теплопровідності

Покращення теплового контакту більш нагрітих вузлів і елементів СП з великими металевими поверхнями корпусів або відбивачів, що виконують при цьому роль радіаторів великої площі, дає значне зниження температури.

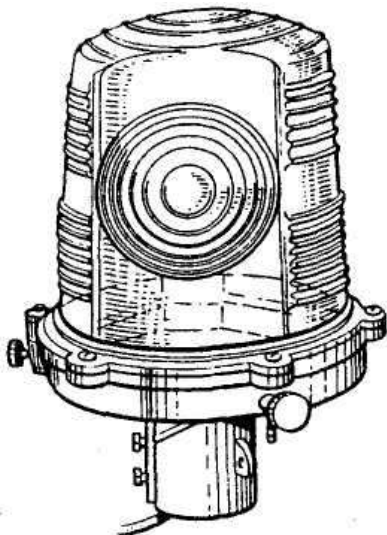


Рис. 5.6 – Аеродромний вогонь кругового огляду

Приклад 1. Корпус прожекторного вогню виконаний у вигляді тонкостінного стакана з ребристою поверхнею, усередині якого до упору в торець установлений патрон, бокова поверхня якого контактує з внутрішніми стінками корпусу (рис. 5.6).

Відведення тепла шляхом підвищення теплопровідності від патронів ламп до менш нагрітих елементів конструкції СП дає зниження температури на патроні з 250 до 100°C.

Приклад 2. У СП з ЛЛ для покращення тепловідводу від найбільш нагрітої прикатодної зони ЛЛ на неї поміщений пружинистий мідний хомут, який передає тепло на корпус СП.

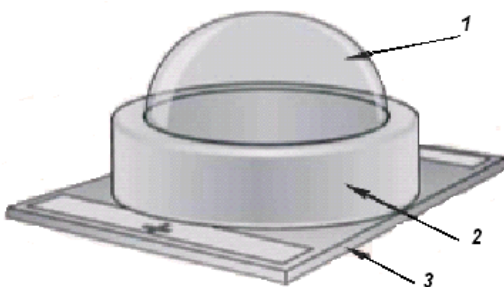


Рис. 5.7 – Світлодіод

Приклад 3. Тепловідвід у потужних світлодіодних лампах.

Зменшення теплового опору і підвищення максимальної температури рп-переходу можливі завдяки використанню підкладки з високою теплопровідністю (3) і мідного рефлектора (2) (рис. 5.7). Кріплення кристала на тепловідвід дозволяє ефективно передавати тепло від р-п-переходу до друкарської плати або радіатора,

дозволяючи світлодіоду працювати в оптимальному режимі. Кристал прикріплюють струмопровідним клеєм з високою теплопровідністю до мідної підкладки великих розмірів. Оптична лінза (1) з полімеру захищає конструкцію від зовнішніх впливів і формує світловий потік. Використання друкарської плати на алюмінієвій основі значно знижує тепловий опір.

#### 5.1.4 Використання термопоглинаючого фільтру

Для операційних приміщень потрібне спеціальне освітлення, яке забезпечує найбільшу яскравість над операційним столом і одночасно не нагріває операційне поле більш ніж на два-три градуси. Термопоглинаючий фільтр затримує 99% теплового випромінювання, запобігаючи висиханню тканин при тривалих операціях і забезпечуючи комфортні умови для хірургів (рис. 5.8).

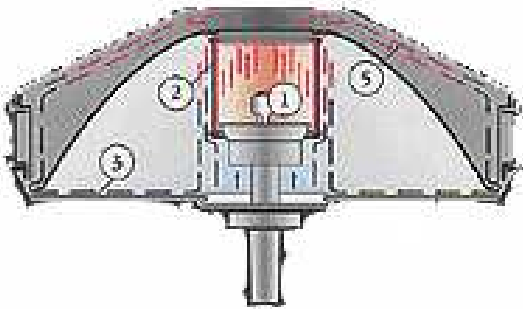


Рис. 5.8 – Медичний світильник:

- 1 - галогенна лампа потужністю 150 Вт;
- 2 - термопоглинаючий фільтр;
- 3 - герметичного корпусу СП;
- 5 - конвекційний контур.

Тепло відводиться рівномірно через всю верхню поверхню світильника за допомогою внутрішнього конвекційного контуру, що знижує турбулентність повітряних потоків всередині

операційної та зменшує частку інфрачервоної складової світлового спектра.

#### 5.1.5 Примусове повітряне охолодження СП

Приклад 1. Примусове повітряне охолодження СП з ЛР і РЛВД.

Примусова продувка внутрішньої порожнини за спеціальними аеродинамічними схемами вентиляційним повітрям використовується для пневмозахисту від запилення, але важливий побічний ефект – різке (у 2–6 разів) зниження температури теплонапружених елементів (рис. 5.9).

Примусове охолодження СП збільшує на 25 – 30% термін служби ламп у СП завдяки різкому зниженню  $\Delta t$ .

Приклад 2. Примусове повітряне охолодження СП з ЛЛ.

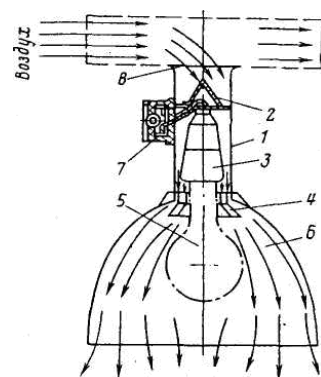


Рис. 5.9 – Світильник з примусовим охолодженням: 1 — корпус; 2, 4 – розсікачі; 3 - патрон; 5 - лампа; 6 - відбивач; 7 - вузол введення; 8 - патрубок.



Вбудовуванні СП, що підключаються до системи вентиляції і кондиціонування повітря розподіляються на (рис. 6.24 а, б, в):

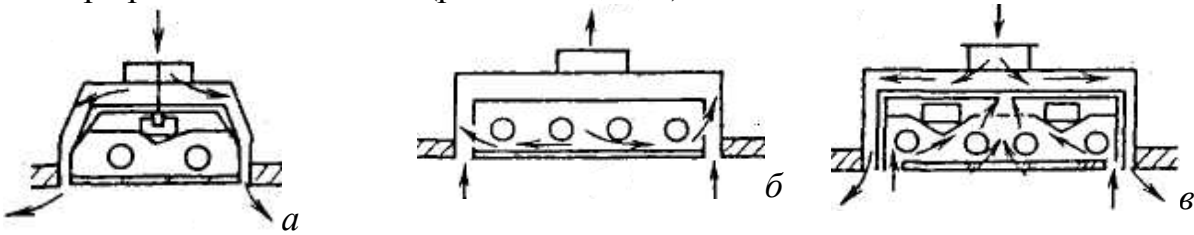


Рис. 6.24 – СП, які поєднані з системою вентиляції

а) неохолоджувані СП: припливне повітря, що йде по повітроводу, прокладеному по технічному поверху, надходить у відгалуження повітроводу і через отвори, розташовані поряд з СП, йде у приміщення. Частіше за весь отвір розміщуються в опорній рамі СП.

б) охолоджувані СП: повітря або проходить через внутрішній об'єм або обтікає закриту порожнину розташування ламп, проходячи між зовнішнім корпусом і відбивачем; в обох випадках відбувається охолодження всіх елементів СП і ламп.

в) комбіновані СП: працюють одночасно на притоку і на витяжку. Дозволяють як подавати припливне повітря у приміщення, так і віддаляти звідти нагріте повітря, пропускаючи його через СП; таким чином, підтримується в оптимальному режимі температура колб ламп.

### 5.1.6 Вибір типів ПРА

$$E(t) = t_w - \Delta t_{\text{обмПРА}},$$

де  $t_w$  – нормована температура обмотки;

$\Delta t_{\text{обмПРА}}$  – перевищення температури обмотки ПРА.

Вираз визначає можливість застосування ПРА в СП за температурними міркуваннями.

Чим більша різниця, тим в більш теплонапружених СП може надійно працювати ПРА. Збільшення  $E(t)$  може бути досягнуте як за рахунок підвищення  $t_w$ , так і за рахунок зменшення  $\Delta t_{\text{обмПРА}}$ .

Перший спосіб пов'язаний зі значним здорожчанням ПРА (використання нагрівостійких обмотувальних дротів). Він використовується в СП з ЛЛ для громадських будівель, де мале напруження в рік, але високі естетичні вимоги.

Другий спосіб – зміна конструкції (збільшення перетину дротів, підвищення габаритів): використовується в СП для промислових будівель з напруженням 3 – 6 тис. год/рік, що мають великі внутрішні об'єми.

Для кожного конструктивного виконання СП з урахуванням властивих йому  $K_{\Delta\text{ППР}}$  за температурним маркуванням вибирають ПРА (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Потужність ЛЛ

| Потужність ЛЛ,<br><i>Вт</i> , при $t_w$ | $K_{\Delta ППР}$ |     |     |
|---|------------------|-----|-----|
|   | 105              | 120 | 130 |
| 40                                      | 1,5              | 1,8 | 2   |
| 65                                      | 2                | 2,4 | 2,6 |
| 80                                      | 2,2              | 2,6 | 3   |

### 5.1.7 Примусове водяне охолодження

Ефективним способом охолодження СП, що дозволяє підвищити коефіцієнт тепловіддачі та зменшити масогабаритні параметри СП, є використання водяного охолодження. Вода має високий коефіцієнт тепловіддачі (теплоємність води в 4 рази, щільність в 700 разів більше, ніж у повітря). У водоохолоджуваних СП 85% загальної енергії, що генерується ДС, може бути засвоєна водою. На рисунку 5.11 показаний вибухозахищений СП із примусовим охолодженням, який має два захисні світлопропускаючих елементи, простір між якими заповнений прозорою рідиною та повідомляється спеціальними патрубками з системою прокачування. На рисунку 5.12 показана залежність ефективності відведення тепла від витрати води та її температури.

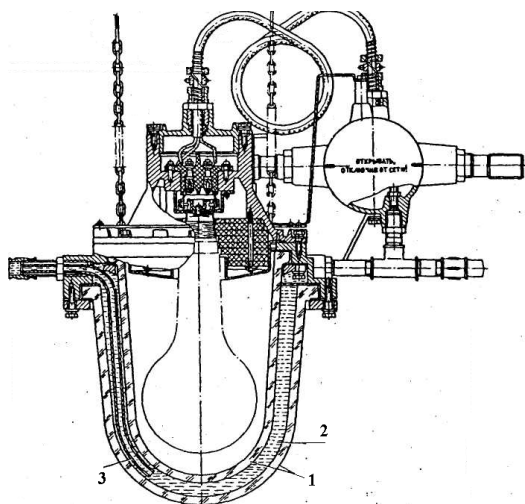


Рис. 5.11 – Потужний вибухозахищений світильник з примусовим охолодженням:  
1 – подвійне захисне скло;  
2 – вода;  
3 – постачаючий патрубок

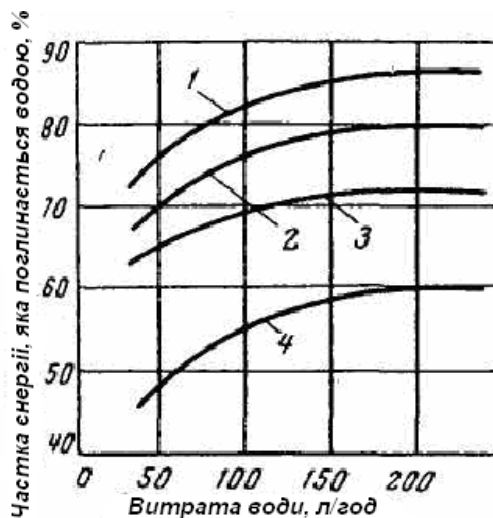


Рис. 5.12 – Залежність ефективності охолодження від кількості та температури води. Температура носія 1 – 16, 2 – 21, 3 – 25, 4 – 27°С

### 5.1.8 Випарні системи охолодження СП

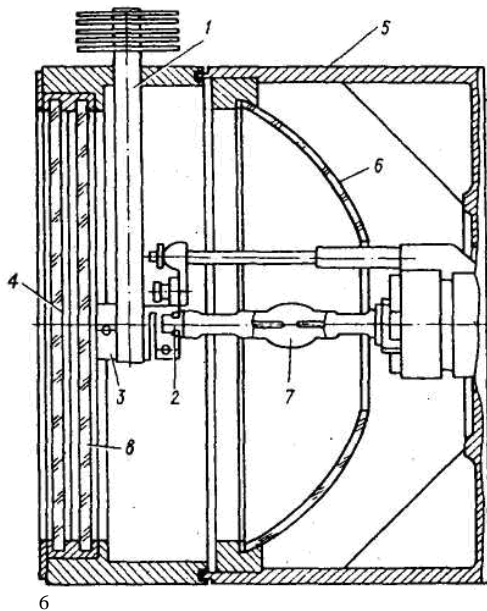


Рис. 5.13 – Прожектор з тепловою трубою:

- 1 – теплова труба; 2 – анодний вузол; 3 – контактний блок;  
4, 8 – блоків захисного скла і фільтру; 5 – корпус;  
6 – відбивач; 7 – ДС

при протіканні електричного струму). Підтримують світлову віддачу ЛЛ на максимальному рівні при зміні температури навколишнього середовища.

Приклад 2. Іонно-конвекційні насос у прожекторі (рис. 5.14). Коаксіально орієнтовані кільцеві 1 і голчаті елементи 2, встановлені на кільцевому утримувачі 8, між відбивачем 4 і корпусом 3 прожектори. Для організації руху повітря подається висока напруга на голчатий електрод, утворюється коронний розряд, заряджені частинки при цьому стікають на кільцевий електрод, захоплюючи за собою молекули повітря в отвір цього електроду. Таким чином, відбувається переміщення повітря, що охолоджується на ребристих стінках корпусу; 6 – фільтр, 7 – захисне скло. Повітря поступає через центральний отвір у відбивачі в тильну частину прожектора. У результаті тепло інтенсивно відбирається від нагрітих елементів і на стінках корпусу розсівається в навколишнє середовище.

При випаровуванні або кипінні рідини біля охолоджуючого елемента конденсація пари здійснюється в теплообміннику, що охолоджується звичайно повітрям, в умовах природної конвекції або при обдуві (рис. 5.13).

Якщо повернення конденсату із зони конденсації в зону випаровування здійснюється під дією гравітаційних сил, то пристрої, засновані на цьому ефекті, називаються двофазними термосифонами.

Використання капілярних сил дає можливість повертати конденсат проти сил тяжіння і навіть у невагомості. Такі системи називають тепловими трубами. Знижують температуру на введенні анодного вузла з 339 до 175°С.

### 5.1.9 Спеціальні системи охолодження

Приклад 1. Термоелектричні охолоджувачі працюють на ефекті Пельтьє (виникнення різниці температур на спаї металів

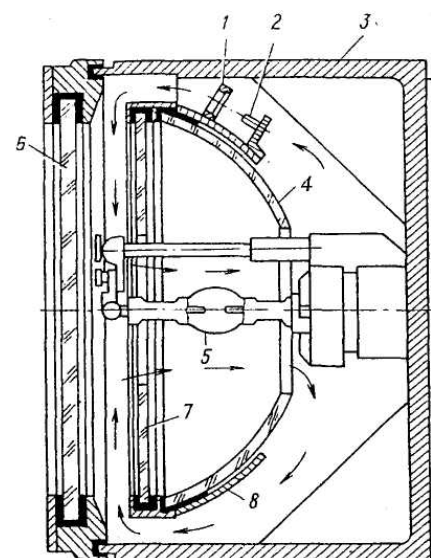


Рис. 5.14 – Прожектор з іонно-конвекційним насосом

## 6. Принципи конструювання вузлів СП

### 6.1 Конструкції стику й ущільнення корпусів і розсіювачів СП

Запобігання впливу вологості, запиленості на термін служби ламп, ККД, КСС і електробезпеку СП пов'язане з обертанням внутрішнього складу СП: колби лампи, відбивача, внутрішніх поверхонь, захисного скла і розсіювача, контактних вузлів патрона.

Способи вирішення: ущільнення місць з'єднання відбивачів або корпусів закритих СП із захисним склом або розсіювачами, корпусів з відбивачами (у конструкціях класу IVA), вузлів введення дротів і кабелів і місць підвісу або кріплення СП. На рисунку 6.1 показані варіанти ущільнення місць зчленування вузлів і деталей.

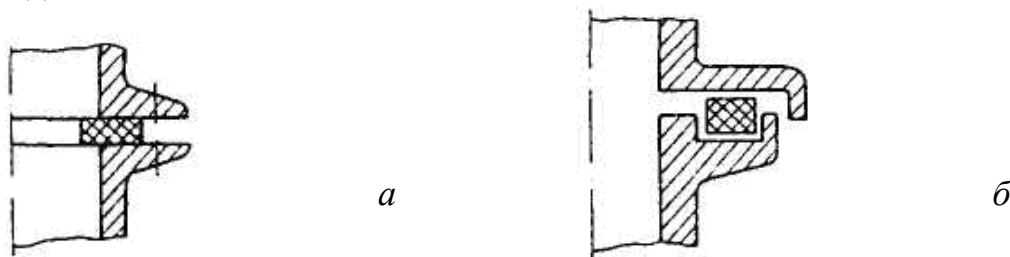


Рис. 6.1 – Ущільнення місць з'єднання деталей СП:

*а – ущільнення стікуючих деталей; б – ущільнення стику деталей з пазом для укладання гумового шнура і обертання від затікання води*

Конструктивні варіанти ущільнення стику відбивачів з плоскими захисними стеклами або розсіювачами в круглосиметричних СП з високотемпературними лампами представлені на рисунку 7.2.

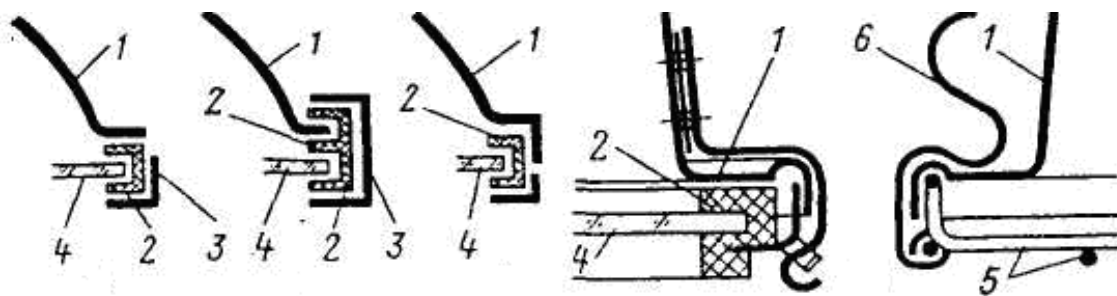


Рис. 6.2 – Ущільнення стику відбивачів і захисного скла: 1 - відбивач; 2 - ущільнююча формована нагрівостійка гума С, S, Ш образної форми; 3 - кільцева сталева рама за допомогою якої здійснюється підтискання або стиснення скла, одягненого в гуму і ущільнення стику; 4 - захисне скло або розсіювач; 5 - захисна сітка; 6 - пружинна клямка

У конструкціях СП класів VA, VIA ступеня захисту IPX6 із захисним куполоподібним склом із силікатного скла, кріплення й ущільнення стику з корпусом забезпечується за допомогою формованого нагрівостійкого гумового кільця 3 і рамки 1, що підтискається болтами до корпусу (рис. 6.3).

У разі захисту IPX7, IPX8 необхідно забезпечити можливість самоущільнення конструкцій (рис. 6.4).

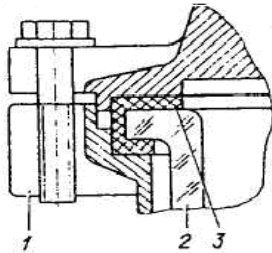


Рис. 6.3 – Вузол стику і ущільнення корпусу: 1- рамка, 2 - розсіювач, 3 - гумове кільце

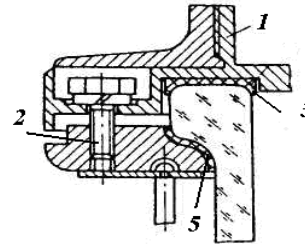


Рис. 6.4 – Вузол стику і ущільнення корпусу: 1 – рамка, 2 – болт, 3 - гумове кільце, 5 - гумова прокладка

Відшліфоване захисне скло підтискається рамкою 1 за допомогою болтів 2 до поверхні корпусу, у кільцевій проточці якого прокладено гумове кільце 3, що забезпечує необхідний ступінь ущільнення. Гумова прокладка 5 служить для ущільнення і виключення зіткнення скла з металом, що призводить до руйнування скла.

Використання «патефонних замків», закріплених на корпусі, петля яких захоплює крюк, приварений до рамки, що притискує скло до ущільнюючої гуми. Додатково на скло надітий гумовий кільцевий джгут зі спеціальним профілем (рис. 6.5).

Кріплення стекол за допомогою гвинтів баранчиків не виправдало себе при експлуатації у важких умови середовища через корозію та сильне забруднення відкритих гвинтових з'єднань (рис. 6.6).

У разі використання корпусу з пластмаси (карболіту) і поєднуваного з ним захисного скла або розсіювачів «горлом-уверх» для ущільнення застосовується плоске гумове кільце (рис. 6.7).

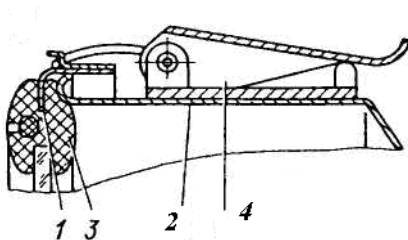


Рис. 6.5 – Патефонний замок: 1 – рамка; 2 – корпус; 3 – гумове кільце, що ущільнює; 4 – патефонний замок

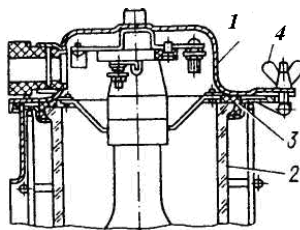


Рис. 6.6 – Кріплення гвинтами баранчиків: 1 – корпус; 2 – захисне скло; 3 – гумове кільце, що ущільнює; 4 – гвинт баранчик

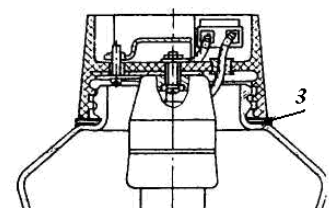


Рис. 6.7 – СП зі пластиковим або керамічним корпусом: 3 – гумове кільце, що ущільнює



У конструкціях з різьбовим цоколем конструктивних класів I А, II А, VII А з ущільненою внутрішньою порожниною розташування електричних контактів по горлу колби використовуються спеціальні ущільнюючі та тепловідбивні дискові екрани (рис. 6.8 а, б).

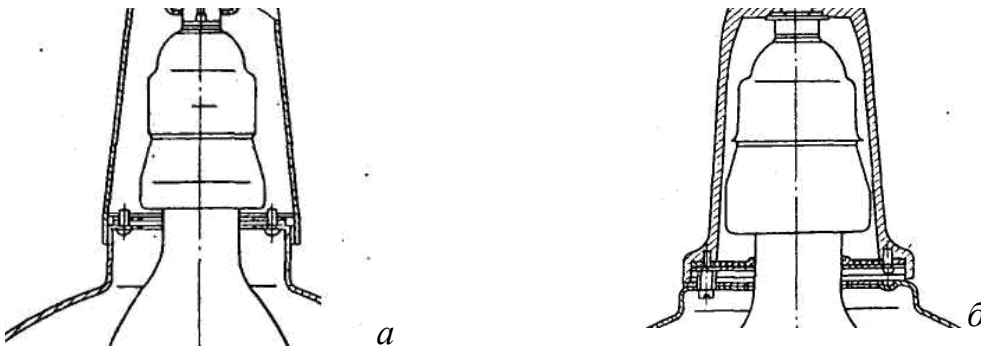


Рис 6.8 – Тепловідбивний і ущільнюючий екран:

*а - екран між штампованим корпусом і відбивачем; б - екран закріплений на литому корпусі за допомогою притискного сталевого кільця*

Ущільнені СП із ЛЛ мають конструкцію класів IV Б і VII Б.

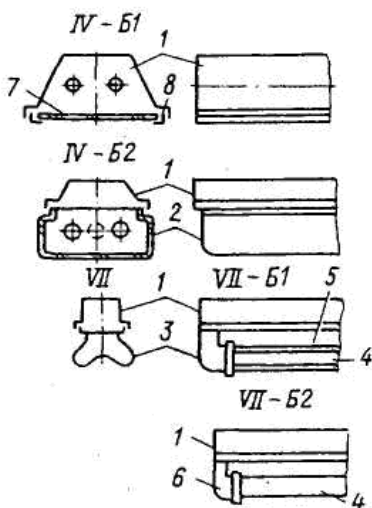


Рис. 6.9 – Ущільнення СП із ЛЛ

Підклас IV Б1, IV Б2 мають загальну порожнину для ЛЛ і ПРА (рис. 6.9).

IV Б1: у глибокий, литий корпус 1 закріплене плоске, прозоре захисне силікатне скло 7 за допомогою литої рами 8; ступінь захисту IP 65, IP 67.

IV Б2: дифузний, матовий замкнутий з піднутренням розсіювачем з'єднується з корпусом 1; ступінь захисту IP 54, IP 55.

Підклас VII Б1, VII Б2: ущільнена порожнина корпусу 1 з ПРА, ущільненими патронами 3 і 6 і ізолюваними (конструкція поміщена в захисну трубку 5) або не ізолюваними від навколишнього середовища ЛЛ. Захисна трубка виконується з поліметилметакрилату або полікарбонату. Ступінь захисту – IP 55, IP 65.

Світильники класу IV Б1: зовнішні накидні пружинні замки 1, що притискають раму з плоским склом (рис. 6.10, а).

Світильники класу IV Б2: внутрішні підпружинені поворотні клямки 2, притискають розсіювач до ущільнюючої гумової прокладки за внутрішню відбортовку країв скла 3 (рис. 6.10, б).

Світильники класу IV Б2: через два-три отвори невідповідним болтом 6 з гумкою 5 розсіювач притягується до скоби 4 з нарізним отвором, який закріплений в корпусі (рис. 6.10, в).

Світильники класу IV Б2: зовнішні пружинні замки 1 входять у бічні поднутрення розсіювача 7, притискуючи його до гумового джгута, прокладеного по периметру корпусу (рис. 6.10, з).

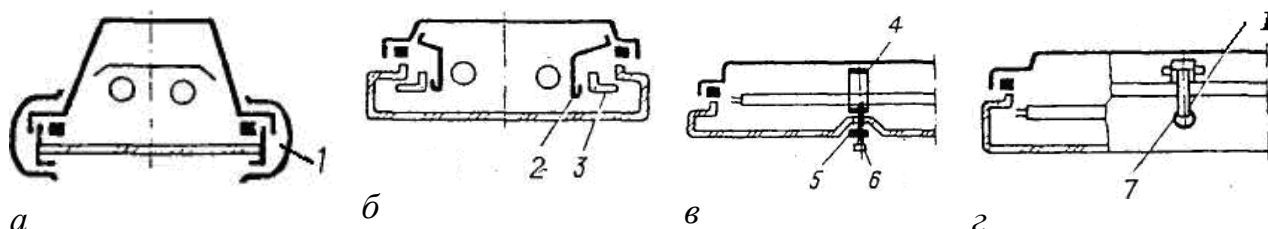


Рис. 6.10 – Ущільнені СП з ЛЛ:

- а) 1 – гумові джгути; б) 2 – пружиняста стійка замку розсіювача;  
3 – поворотна клямка; в) 4 – скоба кріплення розсіювача; 5 – гумове кільце;  
б – пресований корпус; г) 1 – накидний замок, що пружинить;  
7 – патрон з ущільненням по колбі ЛЛ

Клас VII Б з роздільним ущільненням корпусу з ПРА і порожнинами електричних контактів патронів представлений на рисунку 6.11.

Роз'ємна конструкція корпусу з великим периметром ущільнення (до 3,3 м для СП з ЛЛ 65/80 Вт): гумові джгути закладаються в пази і приклеюються, одночасно притягуючись стяжними замками (рис. 6.11, а).

Роз'ємна конструкція корпусу: ущільнення виконується тільки по торцях місць стику корпусу і двох торцевих вузлів, скорочуючи периметр ущільнення (до 200 мм на одну сторону підвищуючи надійність), закріплюється пружиною (рис. 6.11, б).

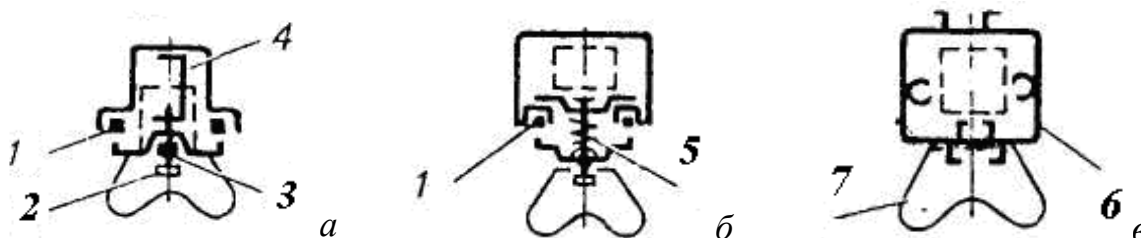


Рис. 6.11 – Ущільнені СП з ЛЛ:

- а) 1 – гумове ущільнення; 2 – кріпильний невипадний болт; 3 – поворотна клямка; 4 – скоба кріплення розсіювача; б) 1 – гумове ущільнення;  
5 – пружина; в) цілісні конструкції корпусу: б – пресований корпус;  
7 – патрон з ущільненням по колбі ЛЛ

При «ефекті дихання» (зміна внутрішнього об'єму внаслідок нагріву і охолодження при включенні та виключенні) в результаті недостатньо надійному ущільненню відбувається всмоктування забрудненого повітря у внутрішню порожнину СП. У цьому випадку в конструкціях використовують зовнішні кільцеві екрани, що знижують ступінь забруднення зовнішньої поверхні скла завдяки утворенню подушки з нагрітого повітря усередині екрану, що перешкоджає осадженню забруднень; а так само фільтрів з активного деревного вугілля. Експлуатація таких СП пов'язана з необхідністю чищення і заміни фільтрів (рис. 6.12, а, б).



Рис. 6.12 – СП з фільтрами та захисними екранами:  
а - СП в процесі нагріву після включення; б - СП в процесі охолодження.

## 6.2 Вузли введення і прокладення дротів

Забезпечення електробезпеки, вибухо- і пожежобезпеки, а також експлуатаційній надійності СП вимагає у конструкціях вузлів введення і прокладення дротів виконання наступних правил:

- виключення пошкодження дротів при проходженні через отвори;
- усі елементи кріплення дротів (скоби, хомути, патрубки й ін.) мають бути виконані з ізоляційних матеріалів;
- у переносних СП дроти і кабелі в місцях їхнього введення мають бути закріплені так, щоб виключалося їхнє висмикування (при зусиллі 200 Н);
- у пилозахисних СП через вузол введення не мусить проникати пил;
- забезпечення можливості підключення до СП мережевих дротів або кабелів з великим перетином жил ((2,5 – 4) мм<sup>2</sup>) з ненагрівостійкою оболонкою (гумовою або полівінілхлоридною), при цьому в зоні введення цих дротів або кабелів має бути температура, що не перевищує допустиму.



Для теплонапружених СП з високотемпературними ДС застосовуються спеціальні вузли введення і підвісу, віднесені від самого ДС, теплоізовані від металевого корпусу і такі, що містять колодку контактних затисків із нагрівостійкого матеріалу. Від колодки контактних затисків до патрона йдуть спеціальні нагрівостійкі дроти, якими СП вмонтовується на заводі-виробнику (рис. 6.13).

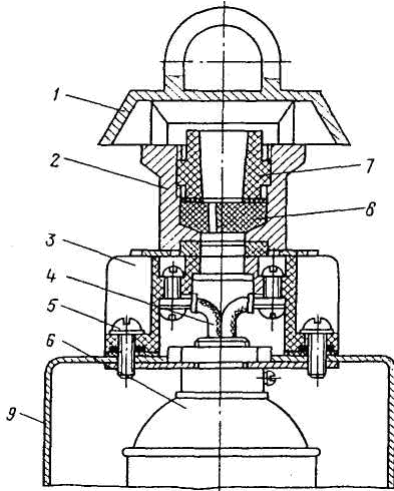


Рис. 6.13 –  
Вибухозахищений СП:  
1 – підвіска; 2 – втулка;  
3 – головка;  
4 – нагрівостійкий дріт;  
5 – гвинт; 6 – патрон;  
7 – гайка; 8 – шайба  
ущільнювача; 9 – корпус

Пристрої введення вибухозахищених СП складаються з порожнини введення і пристрою для ущільнення дротів або кабелів, при цьому порожнина введення відділяється від порожнини розташування ДС вибухонепроникною перегородкою.

Ущільнення дротів здійснюється за допомогою спеціальних кілець з гуми або іншого еластичного матеріалу.

Розміри регламентуються: товщина стінки кільця не менше 0,2 діаметра кабелю максимального розміру, але не менше 4 мм, а висота кільця – не менше 0,7 максимального діаметра кабелю.

Внутрішній діаметр ущільнюючого кільця має бути рівний номінальному зовнішньому діаметру кабелю мінімального перетину.

Отвори в кільці для проходження окремих дротів мають бути рівні діаметру дротів, але не менше 3 мм.

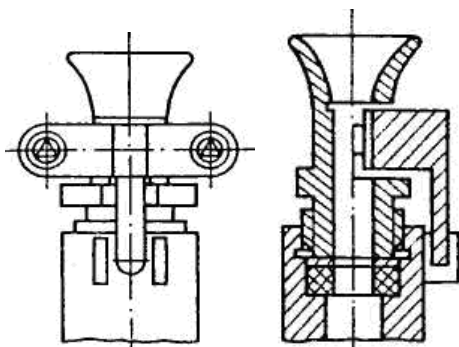


Рис. 6.14 – Вузол вводу дротів

Сальникові ущільнення кабелів діаметром до 35 мм здійснюються різьбовими штуцерами, більш 35 мм – втулками з натисними фланцями.

На рисунку 6.14 представлена кабельна муфта, що запобігає можливості висмикування кабелю і самовідгвинчування штуцера.

Камера введення вибухозахищених СП служить одночасно для приєднання СП до мережі та їхнього кріплення (рис. 6.15). Вона відокремлена від порожнини розташування ДС, має металевий корпус, що закривається кришкою, і натисну муфту, в яку вгвинчується підвіс або кронштейн з різьбленням 3/4". Збоку корпусу два отвори для кріплення СП на монтажний профіль.

У середині пристрою введення на ізоляційній колодці розташовані дві контактні затиски для під'єднання живлячих дротів і кабелів. У верхній частині пристрою введення знаходиться гвинт заземлення. Для ущільнення кабелів, що вводяться, і дротів у пристрій введення СП вкладені два гумові кільця.

Для занурених герметичних СП, що працюють у воді при заданому гідравлічному тиску, застосовуються конструкції введення кабелю з ущільнюючими різьбовими шайбами спеціального профілю, що забезпечує самоущільнення кабелю за наявності зовнішнього тиску.

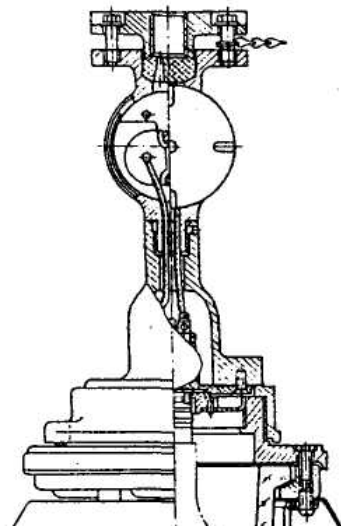


Рис. 6.15 –  
Взривозахищений СП з ЛР

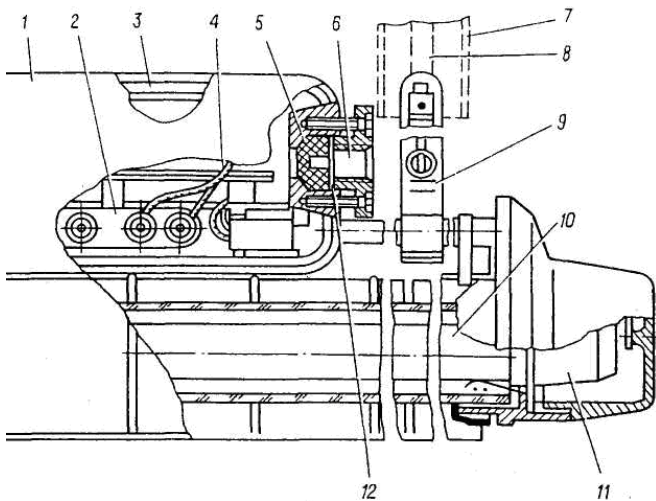


Рис. 6.16 – СП з ЛЛ:  
1, 3 – корпус; 2 – з'єднувач;  
4 – монтажні дроти;  
5 – гумове кільце;  
6 – натискна муфта;  
7, 9 – елементи вузла  
підвісу; 10 – лампа;  
11 – патрон; 12 – стяжні  
гвинти.

Пристрій введення дротів у СП з ЛЛ з підвищеною надійністю проти вибуху (рис. 6.16). Введення ущільнюється за допомогою натискної муфти 6 і гумового кільця 5 з концентричними прорізами. Введення в СП для вологих приміщень знаходиться збоку корпусу.

Вимоги, що висуваються до дротів внутрішнього монтажу:

- дроти з мідними або алюмомідними жилами мають бути розраховані на напругу не менш номінальної напруги СП, а в СП на номінальну напругу 380 В – не менше 600 В;
- у СП із вбудованими ПРА для РЛ (у разі їхнього зіткнення з ПРА) мають бути захищені в цьому місці за допомогою нагрівостійких ізоляційних трубок,

довжина яких не менше півтора довжин ПРА (крім дротів з нагрівостійкою ізоляцією);

- дроти мають бути збережені від натягнення або скручування у всіх місцях, в яких при нормальній експлуатації СП така дія може виникнути;

- дроти слід поєднувати за допомогою колодок, контактних затисків, паяння, зварювання, опресовування, а також за допомогою електричних з'єднувачів. Не допускається поєднувати дроти тільки скручуванням;

- у світильниках з імпульсними запалюючими пристроями дроти внутрішнього монтажу, на які впливає імпульсна напруга, мусять мати ізоляцію, розраховану на напругу не менше 660 В;

- металеві скоби, що служать для кріплення дротів в СП, повинні мати ізоляцію, що захищає дроти від механічного пошкодження;

- простір (порожнина) для приєднання мережевих дротів у СП мусять мати достатні розміри для вільного згинання і приєднання дротів;

- приєднувальні контактні затиски СП, призначені для прокладення магістральної електропроводки, мають допускати приєднання не менше трьох дротів для кожної фази перетином дроту не менше  $2,5 \text{ мм}^2$  в СП з ЛР і в СП з однією ЛЛ і не менше  $4 \text{ мм}^2$  в інших СП;

- у стельових і настінних СП розташування колодок контактних затисків має бути таким, щоб після закріплення на опорній поверхні елементу СП вони забезпечували можливість приєднання до них без натягнення дротів живлячої мережі завдовжки не більше 0,15 м.

- кріплення з'єднувального шнура або кабелю в СП має виключати можливість його висмикування і скручування при дії розтягуючого зусилля і моменту, що крутить.

Варіанти кріплення дротів у СП з ЛЛ представлені на рисунку 6.17:

- 1, 2 за допомогою утримувачів-клеммерів, які приварюються або таких, що виштамповуються з відгинанням (додаткові витрати матеріалу, зайва перфорація корпусу);

- 3, 4 використання вставних пластмасових (литих з поліетилену) деталей.

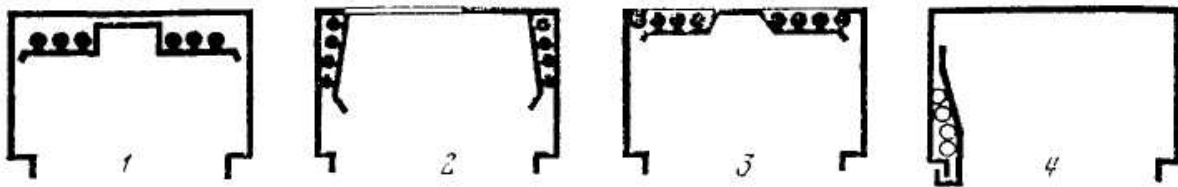


Рис. 6.17 – Конструктивні схеми кріплення дротів

### 6.3 Вузли монтажу світлових приладів

Конструювання вузлів монтажу СП має бути спрямовано на забезпечення надійності та зручності тривалої експлуатації СП.

Вузли монтажу підрозділяють на групи: кріплення на крюк і шпильку;

установка на монтажному профілі; кріплення на кронштейні, трубчастому підвісі, стійці; монтаж на трубах, тросах; установка на монтажній коробці; установка на освітлювальному шинопроводі; установка в підвісній стелі; установка на майданчиках щогл; кріплення на обладнанні СП місцевого освітлення; збірка ліній, що світять.

На крюк підвішуються легкі СП до 10 кг. Деталь підвісу СП мусить мати ізолюючий елемент (запобігає випадковому з'єднанню металевих неструмоведучих частин СП із заземленими металевою арматурою бетонних плит або сталевими трубами електропроводки).

Для запобігання розгойдуванню СП здійснюється жорстка установка за допомогою хомутів або скоб, що пов'язують корпус СП з будівельними елементами. Кріплення хомутів 4 і скоб 3 до СП виконується легкозйомними гвинтами або замками (рис. 6.18). Ізоляційна втулка 2 виготовляється з поліаміду; штампована зігнута скоба-вушко 1 надягає на крюк.

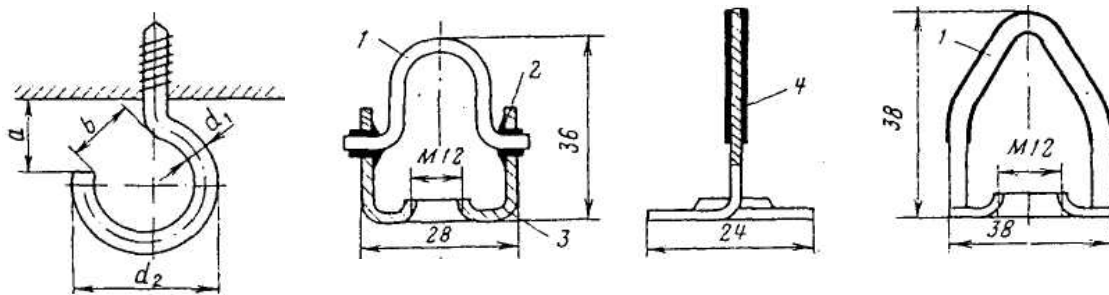


Рис. 6.18 – Вузли кріплення світильників на крюк

Жорстке кріплення промислових світильників в основному з ЛР і ГЛВТ здійснюється за допомогою сталевих монтажних профілів, по яких одночасно прокладається кабель, що прикріплюється до профілю монтажною стрічкою або спеціальними пластмасовими застібками. Світильник кріпиться до профілю двома гвинтами. Самі монтажні профілі закладають у шви між плитами перекриття при будівництві або приварюють до металоконструкцій (рис. 6.19).

Кронштейн для установки на стінах, колонах, фермах світильників з ЛР представлений на рисунку 6.20. На кінцях кронштейна металеві коробки з патрубками з трубним різьбленням, на які нагвинчують світильники (або до яких вони підвішуються за допомогою перехідної деталі).

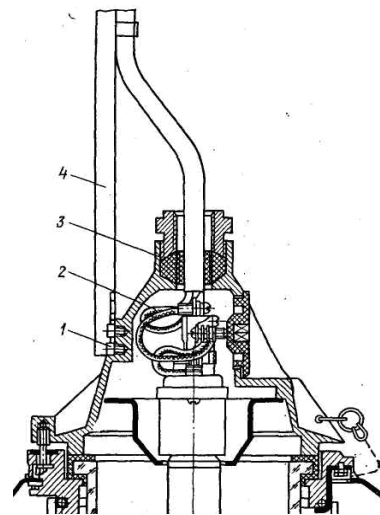


Рис. 6.19 – Промисловий світильник:

1 – болти кріплення монтажного профілю до корпусу; 2 – жили кабелю; 3 – гумове ущільнює кільце; 4 – монтажний профіль.

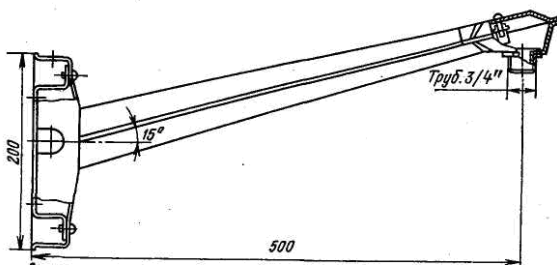


Рис. 6.20 – СП з ЛР

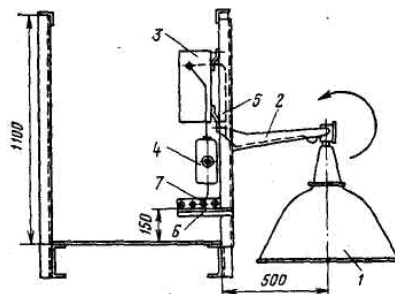


Рис. 6.21 – СП з ЛР

До стін або колон кронштейни приварюються або кріпляться за допомогою дюбелів. Мереживі дроти прокладаються по кронштейну. Складніші кронштейни використовуються для кріплення й обслуговування світильників з типових світлотехнічних містків. Кронштейни дозволяють повертати світильники в положення, зручне для обслуговування, забезпечені електричними з'єднувачами, що дозволяють відключати світильники від мережі на цей період (рис. 6.21).

Установка в лінію промислових світильників з ЛЛ за допомогою сталевих водогазопровідних труб діаметром 3/4 або сталевих труб електрозварювань діаметром 26 мм (тонкостінних) показана на рисунку 6.22.

Живлячі дроти проходять через корпуси світильників і поєднують їхні сталеві патрубки. Світильники підвішуються за допомогою крюків до несучої труби. Дріт, що виходить з відгалужувальної коробки, вільно провисає в повітрі, наражається на небезпеку пошкодження при очищенні світильників, сильно забруднюється.

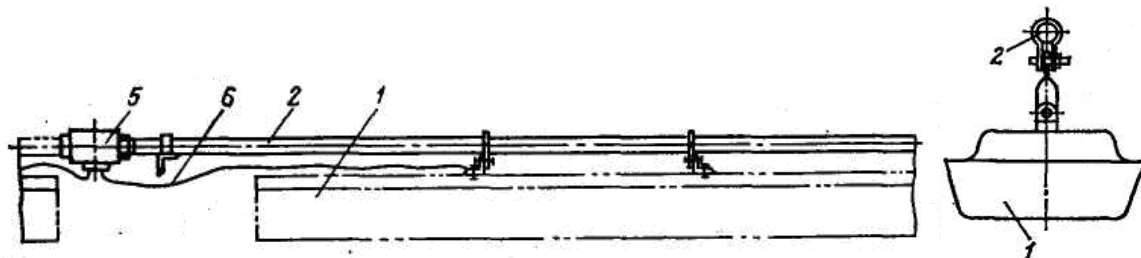


Рис. 6.22 – Підвіска СП з ЛЛ з відгалужувальними коробками:

1 – світильник; 2 – труба; 5 – відгалужувальна коробка; 6 – дріт

Монтаж світильників на тросах і шинопроводах здійснюється наступним чином. Як несучий трос застосовуються сталевий оцинкований або такий, що має лакофарбні покриття гарячекатаний дріт діаметром від 5 до 10 мм, сталеві канатитроси, сплетені зі сталевих оцинкованих дротів діаметром від 4,6 до 6,8 мм, і троси-кабелі, що складаються зі сталевих тросів, поміщених в ізоляційну оболонку, навколо якого навиваються ізольовані жили (рис. 6.23).



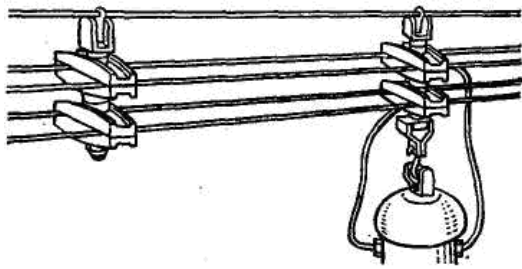


Рис. 6.23 – СП на тросі

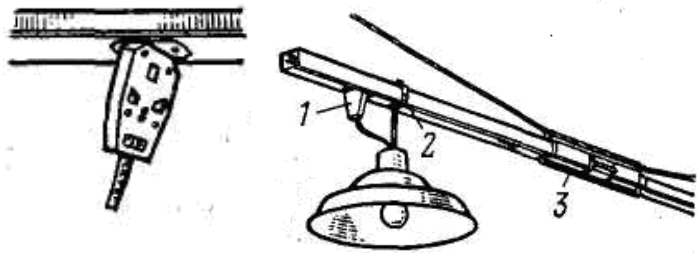


Рис. 6.24 – СП на ШОС:  
1 – вилка; 2 – скоба кріплення  
світильника; 3 – вузла кріплення  
шинопроводу

Шинопровід змонтований на тросі: сталевий штампований короб перетином 35X45, усередині якого на кліщах прикладені чотири провідники (рис. 6.24).

Малогабаритні освітлювальні шинопроводи (ШОС) для громадських будівель, однофазні та трифазні, дозволяють встановлювати на них СП у будь-якому місці та здійснювати спільно зі спеціальним адаптером як механічне кріплення, так і електричне підключення СП. Штанга адаптера закінчується шарнірним пристроєм, за допомогою якого встановлюються СП різного вигляду. Конструкції ШОС забезпечують можливість відгалужень у будь-який бік, підключення різних струмоприймачів, кріплення до опорної поверхні в будь-якій точці по довжині. На ШОС встановлюються СП експозиційного або акцентуючого освітлення (рис. 6.25).



6.25 – Прожектор для  
шинопроводів

Вимога прямолінійності лінії, що світить, і можливості підвішувати світильники з числом вузлів підвісу, рівним  $n + 1$  (де  $n$  – число світильників) призводить до того, що на вузол стикування корпусів лягає навантаження, яке витримується за допомогою накладних або вставних скоб достатньої довжини (не менше 100 мм) і численних (не менше 8) болтових з'єднань. Робота вузла стикування полегшується при підвісці лінії в місцях стику корпусів або використання жорстких корпусів або монтажних підстав підвищеної довжини (2,5 – 3) м з установкою на них панелей з лампами "тандемом" та їхнє кріплення з

відстанню (2 – 3) м між вузлами підвісу (рис. 6.26).



Рис. 6.26 – Світлова лінія

Загальні вимоги, що висуваються до вузлів кріплення світильників.

1. Вимога до механічної безпеки вузлів кріплення підвісних, стельових і настінних СП: підвісні СП з одним жорстким вузлом кріплення, окрім СП, що підвішуються на шнурах, тросах, ланцюгах, мають витримувати без пошкоджень і залишкових деформацій, видимих неозброєним оком, момент, що крутить  $2,5 \text{ Н/м}$ , прикладений до СП або вузла кріплення в площині, перпендикулярній осі підвісу; зусилля на дроти (гнучкі шнури), які несуть навантаження не має перевищувати  $15 \text{ Н/мм}^2$  (дроти обов'язково мідні); витримувати протягом 1 год. без пошкоджень і залишкової деформації статичне навантаження, рівне п'ятикратній вагі СП (але не менше  $100 \text{ Н}$ ).

2. Конструкція вузлів кріплення СП із ЛЛ має забезпечувати можливість регулювання настановних розмірів СП.

3. Відстань у поздовжній площині між центрами вузлів кріплення СП з ЛЛ загального освітлення має бути  $(450 \pm 4) \text{ мм}$  для стельових СП з ЛЛ завдовжки до  $650 \text{ мм}$  і  $(600 \pm 4) \text{ мм}$  для підвісних і стельових СП з ЛЛ завдовжки понад  $650 \text{ мм}$ .

4. Стельові СП шириною більше  $300 \text{ мм}$  мають кріпитися в чотирьох точках. Відстань у поперечній площині між центрами вузлів кріплення має бути не менше  $150 \text{ мм}$  і кратного  $50 \text{ мм}$ .

#### 6.4 Конструкція торцевин і обрамлень світильників

Виділяють три групи торцевин: декоративні, для кріплення розсіювачів, патрони-торцевини.

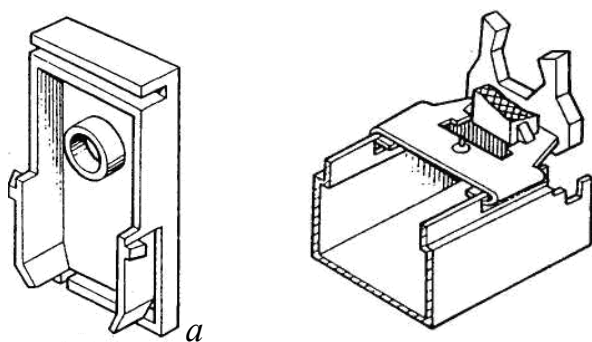


Рис 6.27 – Віди торцевін

Перші призначені для додавання конструкції естетично завершеної форми, прикриття конструктивних елементів, що виконані з різних матеріалів і мають різний колір (зокрема гвинтів, патронів і скоб для їхнього кріплення, елементів кріплення екрануючих ґрат.

Торцевини для кріплення відкритих незамкнутих розсіювачів

показані на рисунку 6.27 а, б.

Торцевини надягають на розсіювач і разом з ним встановлюються на корпус (рис. 6.27, а)

Торцевини закріплені на корпусі СП, підпружинені і притискують розсіювач (рис. 6.27, б)



Рис. 6.28 – Торцевина для СП з ЛЛ

Конструкція з патронами-торцевинами дозволяє спростити збирання СП, значно поліпшити їхнє архітектурне рішення за відсутності розсіювачів, що, звичайно, приховують внутрішній устрій СП (рис. 6.28).

У СП з ЛЛ з плоскими листовими розсіювачами застосовуються спеціальні обрамлення (обичайки) – рамні конструкції (рис. 6.29).

Конструкція обрамлень:

- 1, 2 – елементи металевого обрамлення;
- 3 – кутова деталь з пластмаси;
- 4 – розсіювач;
- 5 – перетин кутової деталі;
- 6 – виступи з прорізами.

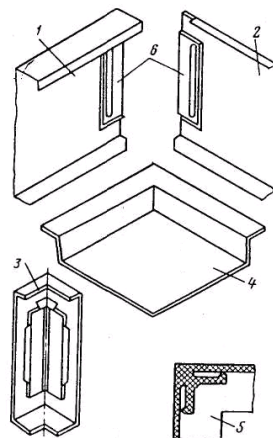


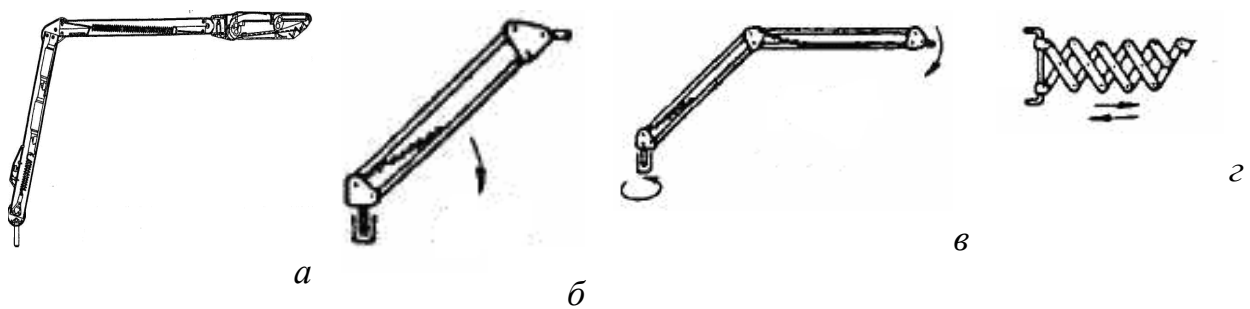
Рис. 6.29 – Конструкція обрамлень

## 6.5 Вузли регулювання положення світлових приладів

Вузли регулювання положення у просторі оптичних систем СП застосовуються для СП місцевого освітлення, СП прожекторного типу, зокрема СП експозиційного або акцентуючого освітлення.

Одно- і двохважелі, одно- і двохплечові, із врівноважуючими однією або двома пружинами – пантографи. Урівноважуючі пружини можуть бути розташовані як зовні, так і усередині конструкції кронштейнів (рис. 6.30, а ).





6.30 – СП місцевого освітлення з кронштейнами

Кронштейни, шарнірно-важелів, застосовуються в СП місцевого освітлення, особливо для використання на верстатах і всілякому обладнанні. Число шарнірів в одному СП доходить до чотирьох (рис. 6.30, б, в, г).

Конструкції: кульові, циліндрові, чашкові, дискові шарніри. Постійність затискного зусилля забезпечується за допомогою циліндрових, конічних і плоских пружин. Шарніри у багатьох випадках виточуються із сталі, відливаються з алюмінію або пластмаси. Фланець зі стопорним гвинтом дає можливість переміщати СП не тільки навколо вертикальної осі, але і закріплювати конструкцію на потрібній висоті (рис. 6.31).

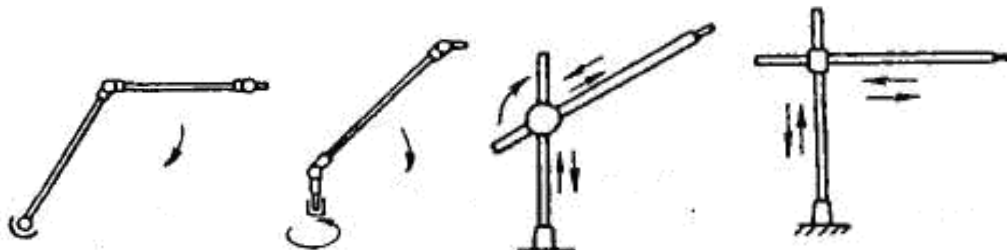


Рис 6.31 – СП з шарнірно-важільними кронштейнами

Гнучкі стійки, шланги, металорукава й інші еластичні конструкційні елементи дозволяють міняти необхідним чином положення світлової головки, фіксувати її в цьому положенні та пропускати без пошкодження у внутрішній порожнині дроти (рис. 6.32). Фіксація гнучкої стійки утворюється навивкою двох шарів дроту різного перетину і з різного матеріалу. Внутрішній шар навивається з круглого сталевого дроту, а зовнішній – з тригранного мідного дроту.



Рис 6.32 – СП з гнучкою стійкою

На рисунку 6.33, а, б показані безшарнірні поворотні пристрої, що дозволяють переміщати СП не тільки навколо вертикальної осі, але також піднімати або опускати його. Фігурно зігнутий трубчастий кронштейн, вільно вставлений у скобу підстави СП, може розташовуватися вище або нижче.

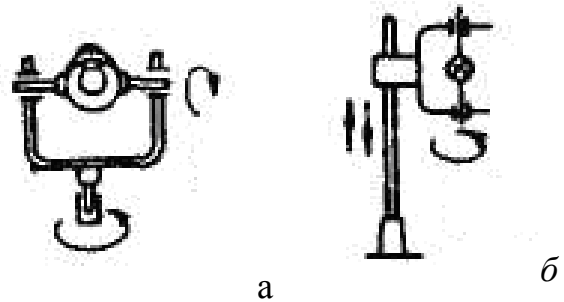


Рис. 6.33 – СП з фігурно загнутим трубчастим кронштейном

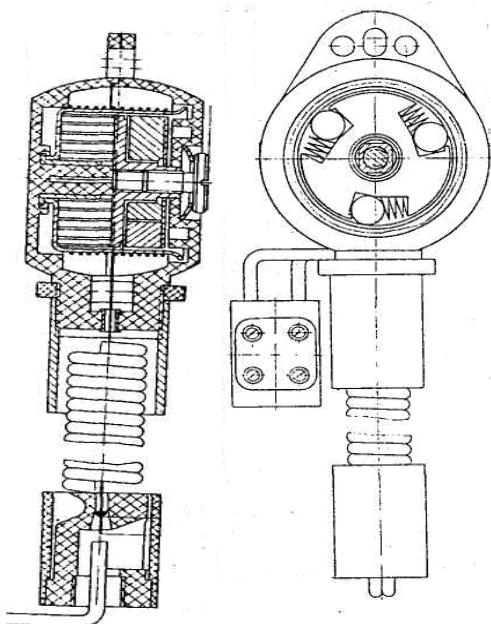


Рис. 6.34 – Підвісний регульований пристрій типу “ліфт”

Підвісний регульований пристрій типу ліфт використовується в СП для житлових і громадських будівель. У стельовій розетці розташований підпружинений барабан, на який накручується при підйомі світлової головки СП сталевий трос, що проходить усередині витого шнура (рис. 6.34). Підвіс має витримувати 150 циклів розтягувань на максимальну довжину і повних стискань без пошкоджень оболонок і жил шнура і залишкових деформацій.

Загальні вимоги, що висуваються до вузлів регулювання положення світлових приладів.

1. Вимога до шарнірів – електробезпека у зв'язку з проходженням через них дротів, що піддаються багатократним згинам і небезпеці

пошкодження. Конструкція шарнірів та інших рухомих елементів у регульованих СП, усередині яких проходять дроти, має забезпечувати цілісність цих дротів, а також виключати можливість повороту рухомої частини СП на кут більше  $360^\circ$ , при цьому має бути виключено пошкодження дротів і порушення контактних з'єднань.

2. Конструкція регульованих СП має забезпечувати можливість фіксації їхньої регульованої частини в робочому положенні без застосування інструменту.

3. Самогальмуючі шарніри і гнучкі стійки мають витримувати дію зусилля, що крутить або вигинає, рівного  $1,5\text{ Н}$  у СП для освітлення приміщень виробничих і громадських будівель і  $3\text{ Н}$  в інших СП.

## 7. Фактори, що знижують технічний рівень світильників

Світлова ефективність – це відношення світлового потоку, випромінюваного джерелом світла, до споживаної цим джерелом потужності. Одиниця вимірювання:  $\text{лм/Вт}$ . Фактично, ця величина виражає ККД лампи, тобто те, наскільки ефективно лампа здатна перетворити спожиту електроенергію у видиме світло. Кожен одержаний додатково люмен на ват витраченої електроенергії – це результат величезної праці науково-виробничих колективів, вчених, винахідників, практиків електролампової промисловості, пов'язаної із залученням значних фінансових і матеріальних ресурсів. Кожен додатково одержаний люмен світлового потоку створює передумови для реальної економії електроенергії з метою освітлення.

Однак, ККД СП знаходяться в межах 50-70 %. Втрати світлового потоку, що генерується джерелом світла, прямо або побічно пов'язані з світловим приладом, його експлуатацією та обслуговуванням.

### 1. Нераціональна конструкція багатьох світлових приладів, що випускаються:

- широко використовуються світлотехнічні схеми, засновані на принципах розсіювання світлового потоку джерела світла, що, як правило, призводить до значних його втрат внаслідок поглинання світла в товщі матеріалу; так, що набули широкого поширення, особливо в серіях масових світильників, розсіювачі з глушеного молочного скла поглинають до 45 % світлового потоку джерел світла;

- випускається величезна кількість світильників для приміщень з нормальними умовами навколишнього середовища, в яких світловий отвір знизу перекривається суцільними замкненими розсіювачами; такі світильники мають, як правило, ступінь захисту оболонки IP20, тобто не захищені від попадання пилу, що надходить разом з конвекційними потоками повітря у внутрішній простір світлового приладу; пил осідає переважно на внутрішніх горизонтальних світлопропускаючих поверхнях розсіювачів, що призводить до значних втрат світлового потоку внаслідок поглинання; процеси нагрівання й охолодження світильників, що чергуються, при їх ввімкненні та вимкненні викликають процес, відомий під назвою «дихання світильника», що суттєво прискорює забруднення розсіювачів пилом і різке зниження ККД світлового приладу;

- для операторів вітчизняного світлотехнічного ринку найпривабливішим аргументом у конкурентній боротьбі на ринку світильників є фактор нижчих цін без урахування технічних і експлуатаційних характеристик виробів. Такий підхід, розрахований на низьку кваліфікацію кінцевого споживача, який обмежений у фінансових коштах, призвів до того, що конструктори у своїх розробках «дезавулювали» всю світлотехнічну науку і роками накопичений досвід у сфері оптимізації конструкцій світлових приладів і вимог до них.

Наприклад, зменшення масогабаритних характеристик світильників, направлене на зниження їхньої матеріаломісткості, не завжди обґрунтовується комплексними техніко-економічними розрахунками: не враховується фактор зниження світлового потоку ЛЛ зі збільшенням температури навколишнього середовища в середині світильника; не враховується збільшення втрат світлового потоку ЛЛ у багатолампових світильниках при зменшенні міжосьової відстані між ними як за рахунок екранування їх один одним, так і за рахунок додаткового взаємного нагріву; у світильники, спроектовані для енергоекономічних ламп, виконаних у трубках меншого діаметру і що мають максимум світлового потоку в області вищих температур, встановлюються «традиційні» лампи, що мають більший діаметр (наприклад, 38 або 32 мм замість 26 мм) і максимум світлової віддачі при температурі, істотно нижчій за температуру їхнього навколишнього середовища в реальному світильнику.

2. Низька якість вживаних світлотехнічних матеріалів і невідповідність їхніх характеристик реальним умовам експлуатації світильників:

- використовувані для світлорозсіюючих елементів світильників матеріали відрізняються низкою світло- і теплостійкістю, реальний термін їхньої експлуатації у декілька разів нижче нормованого діючими ДСТУ; під впливом оптичного випромінювання, особливо в УФ області, підвищеної температури, вологості, забруднень промисловістю атмосфери ці матеріали досить швидко піддаються деструкції, жовтіють, розтріскуються, втрачають свої споживчі якості та світлотехнічні характеристики;

- вживані для відзеркалювальних поверхонь гальванічні та лакофарбні покриття у низці випадків недовговічні, що є наслідком застосування неякісних матеріалів або застарілих технологічних процесів, що не відповідають вимогам, а також відсутністю необхідної підготовки фарбованих поверхонь перед нанесенням покриттів і належного їхнього захисту після нанесення.

3. Відсталий рівень вживаних технологій і обладнання:

- багато підприємств-виробників світильників масового попиту не мають у своєму розпорядженні необхідного обладнання і технологій, що забезпечують виготовлення якісних розсіювачів, відбивачів і т.д., наслідком чого є їхня низька якість і недовговічність; наприклад, низка підприємств широко використовує процес виготовлення з листових термопластичних матеріалів (полістирол, поліпропілен, поліметилметакрілат і т.д.) методом місцевого нагріву і подальшому згинання або формування листової заготовки в готовий виріб. Як правило, у зонах попереднього місцевого нагріву заготовки по лініях згинання-формування після охолодження з'являються місця з неприпустимими механічними напруженнями, які в умовах експлуатації при коливаннях навколишньої температури призводять до утворення тріщин і руйнування розсіювачів; відпал виготовлених за такою технологією розсіювачів, що дозволяє зняти частково вказані напруження, через високу енергоемність процесу практично не застосовується;

- особливістю більшості термопластичних матеріалів, використовуваних при виготовленні розсіювачів, є їхнє високе електролізування й обумовлена цим здатність притягати пил з навколишнього простору; рекомендовані для зниження цього негативного явища заходи (наприклад, нанесення поверхневих антистатичних покриттів, введення в початковий матеріал спеціальних домішок та інші відомі способи) на практиці не застосовуються.

4. Застарілі норми ДСТУ до світлотехнічних параметрів світильників для виробничих і адміністративно-громадських будівель:

- низькі порогові значення ККД, нормовані ДСТУ, не стимулюють прогрес у цьому напрямі. З урахуванням знижень, що допускаються ДСТУ, на 5 – 10% ККД окремих груп світильників може складати всього лише 45—50%. З урахуванням новітніх досягнень світлотехніки і матеріалознавства ККД для масових світильників не має опускатися нижче 60%.

5. Грубі порушення основоположних нормативно-технічних документів на світильники:

- вимоги про зниження пульсацій світлового потоку при установці світильників з ЛЛІ часто порушуються; навіть такий маловитратний механізм зниження пульсацій світлового потоку в багатолампових світильниках, як застосування схем з розщепленою фазою, використовується все рідше і рідше.

6. Застосування імпортованих комплектуючих виробів з номінальними параметрами, що відрізняються від нормованих в Україні:

- останніми роками набули широкого поширення електромагнітні ПРА низки зарубіжних фірм, розраховані на номінальну напругу, прийняту в освітлювальних мережах країн-виробників, наприклад, 230 В. Це призводить до зниження світлового потоку й освітленості в реальній освітлювальній установці з номінальною напругою 220 В на 7 – 12 %.

## 8. Сучасні вимоги, що висуваються до конструкцій СП

### 1. Зниження енергетичних витрат.

Використання КЛЛ і енергоекономічних ЛЛ, що забезпечують можливість прямої заміни ЛР і ЛЛ на нові ДС значно меншої потужності, з тим же (або більшим) світловим потоком.

Використання електронних ПРА і трансформаторів для ЛЛ і низьковольтних ГЛР. Втрати в електронних ПРА для ЛЛ потужністю 58 *Вт* знижуються з 13 *Вт* (при електромагнітному ПРА) до 5 *Вт*.

Використання в конструкціях СП дзеркальних відбивачів, що забезпечують раціональне світлорозподілення і при цьому досягнення значного підвищення ефективності СП (коефіцієнт використання світлового потоку в типовому СП з ЛЛ і дифузними розсіювачами складає близько 0,35, при призматичних розсіювачах – 0,5, а при дзеркальній оптиці – 0,65 – 0,7) При заміні дволампових СП із розсіювачами й електромагнітними ПРА 2x65 *Вт* (споживання 156 *Вт*) на однолампові дзеркальні 1x58 *Вт* (споживання 66 *Вт*) питома встановлена потужність знижується на 60% (з 35 до 15 *Вт/м²*), а капітальні витрати окупаються за 1,2 – 1,5 роки.

### 2. Мініатюризація конструкцій СП.

Мініатюризація світлотехнічних виробів, що призводить до матеріалозбереження при виробництві нової техніки, до зниження матеріальних і трудових витрат на одиницю корисної світлової енергії, служби, що виробляється виробами за термін. Мініатюризація базується на використанні нових конструкторських рішень і нових нагрівостійких матеріалів, перш за все літних пластмас (рис. 8.1).

### 3. Технологічність конструкцій СП.

Опрацювання конструкції СП на виробничу технологічність має найважливіше значення для успішного конструювання.

Для покращення теплового режиму в багатьох СП віддаляють корпус з ПРА від структурованого відбивача з лампою. Для СП з верхнім розташуванням ПРА висота може досягати 850 – 900 мм, при бічному розташуванні для СП з ДС тих самих типу і потужності висота удвічі менше і практично рівна висоті відбивача. У світильнику можуть бути застосовані лампи ДРЛ 250 – 400 *Вт*, металогалогенна лампа типу ДРІ 400 *Вт*, натрієва лампа типу ДНаТ 400 *Вт* (рис. 8.2).



Рис. 8.1 – Сучасний СП місцевого освітлення





Рис. 8.2 – Сучасний промисловий СП та елемент кріплення захисного скла

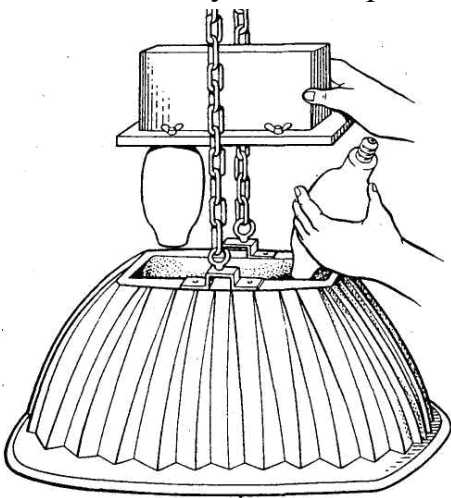


Рис. 8.3 – СП зі двома ДС

корпусу, ексцентрикові затиски для ущільнення внутрішніх порожнин, відкидні й повисаючі корпуси, колодки контактних затисків у вузлі введення і підвісу, до яких від патрона підходять нагрівостійкі дроти (рис. 8.4).

Установку в лінію світильників з ЛЛ без попереднього розбирання дозволяє здійснити прокладення через них мережевих дротів і подальша збірка на місці монтажу. У корпусі 2 закладені магістральні мережеві дроти 7, відповідні до двох штепсельних розеток 8 на протилежних кінцях корпусу. З'єднання СП, які стикаються здійснюється за допомогою перемички з двома штепсельними вилками 9, 10.

Світильники змішаного світла на дві лампи типів ДРЛ – НЛВД, ДРЛ – МГЛ, МГЛ – НЛВД (рис 8.3). У єдиному корпусі для ПРА розташовані всі електротехнічні пристрої для обох ламп, які можуть встановлюватися як у загалом невісесиметричному відбивачі так і у власному відбивачі.

Потужність ламп по 400 Вт, розміри відбивача 593x543 мм, висота СП 368 мм, маса 5 кг із захисною сіткою, 7 кг із захисним склом.

У промислових СП із ДРЛ, НЛВД, МГЛ використовують ПРА незалежного виконання, емальовані сталеві відбивачі, литі з силуміну

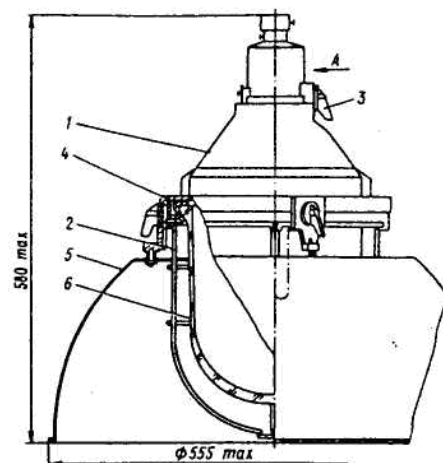


Рис. 8.4 – Промисловий СП:  
1 — корпус; 2 — захисна сітка; 3 — кулачковий замок; 4 — ущільнення; 5 — відбивач; 6 — захисне скло

Підключення СП або групи СП до живлячої мережі виконується за допомогою спеціальної штепсельної вилки. Забезпечується зручне підключення знімної панелі 4 з ЛЛ і ПРА до однієї з штепсельних розеток (рис. 8.5)

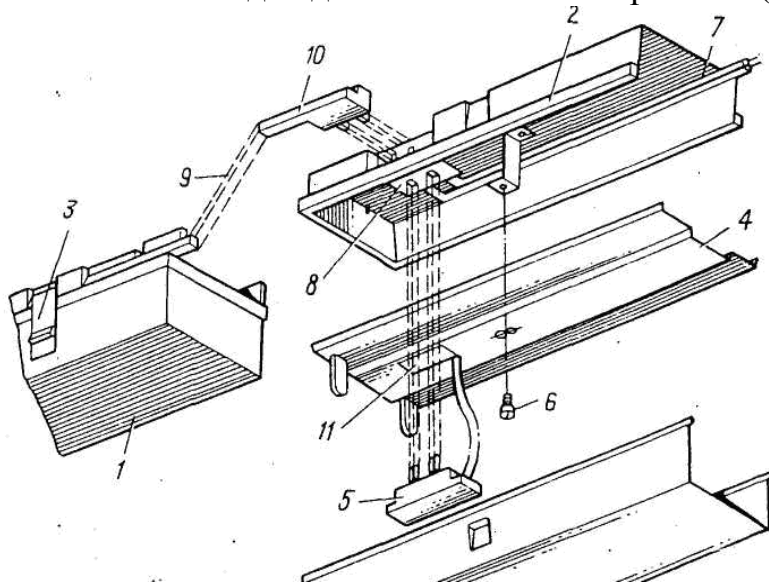


Рис. 8.5 – Світова лінія:

*1 – розсіювач; 2 – корпус; 3 – натисковий замок; 4 – знімна панель;  
5 – штепсельна вилка; 6 – гвинт; 7 – мережеві дроти; 8 – штепсельна розетка; 9, 10 сполучні вилки; 11 – отвір*

#### 5. Застосування сучасних технологій у конструкціях СП.

Для освітлення музеїв і виставкових залів використовують обладнання на світлодіодах і оптоволоконні системи. Це дозволяє забезпечити зоровий комфорт для відвідувачів, збудувати різні світлові сцени, забезпечити індивідуальний рівень освітленості кожного експонованого об'єкта (рис. 8.6).

Розумні ЕПРА самі визначають тип і потужність лампи. Діміровання здійснюється постійною напругою від 0 до 10 В. Можливість зміни яскравості люмінесцентних ламп робить ЕПРА незамінними при освітленні концертних, театральних і звичайних кінозалів (рис. 8.7).



Рис. 8.6 – Світлодіодна лампа



Рис. 8.7 – ЕПРА для ЛЛ



## 6. Сучасний дизайн СП.

Оригінальний дизайн світильників додає своєрідність будь-якому інтер'єру. Сучасний світильник – це могутній інструмент у руках дизайнера, за допомогою якого можна не тільки освітити простір, але і створити певну атмосферу і настрій. Розміщення сучасного світильника, його форма, колір, інтенсивність і спрямованість світлового потоку можуть або підкреслити переваги інтер'єру, або звести нанівець усі зусилля архітектора.

Критерії оцінки світильників з погляду сучасного дизайну:

- інноваційність;
- функціональність;
- висока якість;
- екологічність.

Дизайнерські рішення сучасних світильників різноманітні. Для класичного інтер'єру характерні стельові світильники з кришталю, натурального каменя або дорогого скла. Добре виглядають у такому інтер'єрі і бронзові або позолочені люстри з патронами, що імітують свічки. Скляні та кришталеві світильники наповнюють житло світлом. Відмінне ограновування, правильна геометрія та вивірені кути гарантують ефектний блиск і багатий колірний спектр (рис. 8.8). Причому, сучасні світильники з традиційного безбарвного кришталю можуть доповнюватися витонченими елементами з кольорового. Будучи одними з найдорожчих, світильники з кристалами «Сваровські» вражають грою світла і забезпечують його ідеальне розсіювання (рис. 8.9).



Рис. 8.8 – СП класичного дизайну



Рис. 8.9 – СП зі кришталевим розсіювачем

Класичними вважаються і стельові світильники з елементами з натурального каменя, наприклад, білого або жовтого онікса і мармуру, що набагато рідше зустрічається. При виготовленні стельових світильників використовується і скло. Як правило, це дороге і вишукане мурановське скло найрізноманітніших кольорів і відтінків, з якого виготовляються світлопропускаючі деталі. У неокласичному, або сучасному класичному стилях, плафони часто виконуються з триплексу – скла з трьох шарів: прозорого, кольорового і молочно-білого. Ефект

кольорових плафонів досягається без фарбування – для їхнього виготовлення використовується скло відповідного кольору. Для отримання, наприклад, синього або кремового кольору у процесі виготовлення у скло додають мінерали. У порівнянні з пофарбованим плафоном триплекс краще пропускає світло, ніколи не зітреться і не вигорить, при цьому світло розсівається рівномірно. Особливу вишуканість класичному інтер'єру додають ковані люстри з розписними плафонами з фарфору.

Напряму у дизайні світильників – рустика – використовує рослинні мотиви. Арматура цих світильників нагадує химерно зігнуті гілки, декоровані листочками і кольорами. Дуже часто в цьому стилі використовується «технологія штучного старіння»: спеціально нанесене покриття, стійке до перепадів температури і вологості, імітує іржу або старіння металу і перетворює сучасні світильники на «антикварні».

Використовується в рустиці і деревина. Наприклад, для створення світильників «корабельної тематики». Звичайні плафони-тарілки мають форму штурвалу, а дерев'яні підвіси, довгими ланцюжками прикріплені до стелі, оснащуються плафонами у вигляді свічок (рис. 8.10).

Напряму у дизайні флористичний – це створення світильників, що імітують живу рослину, зі всіма йому властивими фарбами і відтінками. Люстра у вигляді букета червоних троянд (рис. 8.11) або оповита виноградною лозою.



Рис. 8.10 – СП у морському стилі



Рис. 8.11 – СП у флористичному стилі

Світильники, виконані в етнічному стилі. Традиційні мінімалістські у японському стилі, в'єтнамські абажури-«шляпки» з декоративної соломки, стельові з натурального волокна та дерева (рис. 8.12, а, б).



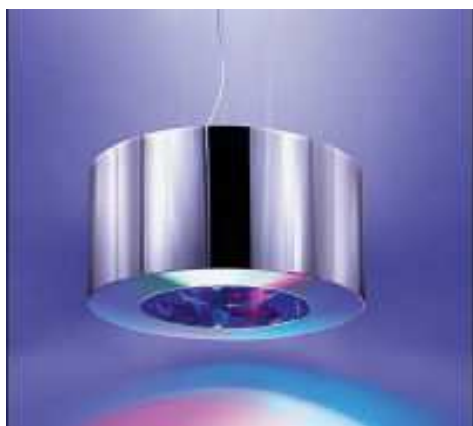
а



б

Рис. 8.12 – СП у етнічному стилі

Для виробництва світильників у стилі хай-тек використовуються не дорогі й ексклюзивні матеріали. Бронзу і позолоту в них замінює алюмінієва або сталева арматура, а замість дорогого мурановського скла використовується звичайне (а іноді навіть пластик). Є світильники, повністю виконані з пластика, які можна гнути, кожного разу надаючи їм нову форму. Стриманість стилю виявляється і в кольорах – білий і сріблястий метал доповнюється безбарвним або білим склом, що дозволяє розміщувати сучасні світильники практично в будь-якому інтер'єрі. Такі світильники надзвичайно функціональні. За допомогою всіляких вбудованих штативів, шарнірів і сполучних вузлів звичайний стельовий світильник перетворюється на настінний або навіть настільний. До внутрішнього боку великого металевого кільця прикріплена куля з матового скла. Світильник може бути люстрою і підвішуватися до стелі, а може служити і підлоговою або навіть настільною лампою. У цьому випадку металеве кільце буде не тільки абажуром, але і підставкою (рис. 8.13, а, б).



а



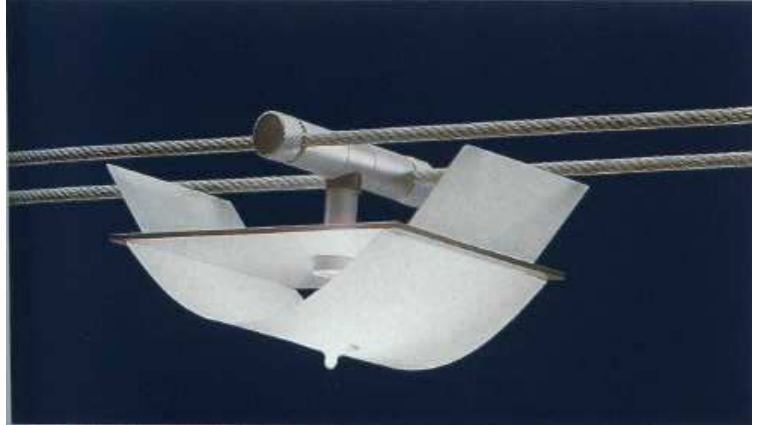
б

Рис. 8.13 – СП у стилі хай-тек

Струнні системи освітлення добре виглядають як в сучасному, так і у класичному інтер'єрі. Але у класичному їх треба використовувати з великою обережністю. У приміщеннях з низькими або арочними стелями, де люстра виглядатиме занадто масивно і загороджувати декоративний простір стелі, системи органічно впишуться в інтер'єр і виконають свою основну функцію освітлювального приладу. Розташувавши їх вертикально – від стелі до підлоги – можна зонувати простір, розділивши таким чином вітальню і їдальню, робочу зону і зону відпочинку, підкреслити або приховати певні деталі інтер'єру (рис. 8.14, а, б).



а



б

Рис. 8.14 – СП на тросах

Часто з освітлювального приладу світильник перетворюється на справжній арт-об'єкт, такий як ванна для „лампочок” або подушка, що світиться (рис. 8.15, а, б).



а



б

Рис. 8.15 – СП, як приклад дизайнерського мистецтва

## Висновки

Розробка нового СП – складне завдання, пов'язане не тільки з досягненням необхідного технічного рівня цього СП, але і з максимальним зниженням витрат праці, матеріалів і енергії на його розробку, виготовлення, зберігання і транспортування, монтаж, технічне обслуговування і ремонт, а також доскональної проробки сучасного дизайну СП.

Починаючи розробку світлового приладу необхідно пам'ятати просту істину: «Немає ідей ради ідей, немає технологій ради технологій. Все народжується з взаємної пошани між тими, хто проектує, і тими, хто користується».

## Список джерел

1. Айзенберг Ю.Б. Основы конструирования световых приборов: учебное пособие для вузов / Ю.Б. Айзенберг; – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 704с.
2. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы: учебник для электромеханических техникумов/ Ю.Б. Айзенберг; – М.: Энергия, 1980. – 464с.
3. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения: 2-е изд., перераб. и доп. / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров; – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 1992. – 448 с.
4. Справочная книга по светотехнике: 3-е издание переработ. и допол/ под редак. Ю.Б. Айзенберга; – М.: Знак, 2006. – 972с.
5. Кнорринг Г. М. Осветительные установки/ Г.М. Кнорринг; – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отделение, 1981. – 288 с.
6. Тищенко Г. А. Осетительные установки: Учебник для учащихся техникумов, по специальности «Электроосветительные приборы и установки», а также для светотехников и инженеров / Г. А. Тищенко; – М.: Высшая школа, 1984. – 244с.
7. Оболенцев Ю. Б. Электрическое освещение общепромышленных помещений/ Ю. Б. Оболенцев, Э.Л. Гнидин; – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 112с.
8. Трембач В. В. Световые приборы: учебник для вузов для специальности «Светотехника и источники света». – Изд. 2-е перераб. и дополненное / В. В. Трембач; – М.: Высшая школа, 1990. – 463 с.
9. Фаермарк М. А. Местное освещение: Б-ка светотехника Вып. 15/ М. А. Фаермарк, М. В Семенова; – М.: Энергоатомиздат, – 1985. – 85 с.
10. Лесман Е. А. Освещение административных зданий и помещений: Библиотека светотехника, Вып. 13/ Е. А. Лесман; – Л.: Энергоатомиздат, 1984.– 89 с.
11. Тульчин И. К. Электрическое освещение школ и дошкольных сооружений: Библиотека светотехника; Вып. 10/ И. К. Тульчин; – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 87 с.

12. Коц А. Я. Освещение электрических станций и подстанций: Библиотека светотехника; Вып. 6/ А. Я. Коц; – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 89 с.
13. Айзенберг Ю. Б. Что нужно знать о светильниках с люминесцентными лампами: Библиотека электромонтера/ Ю. Б. Айзенберг; – М.: Энергия, 1964. – 104 с.
13. Кладницкий Д. А. Справочник по осветительной аппаратуре / Д. А. Кладницкий, С. И Чубатый. – К.: Техника, 1986. – 152 с.
14. Демчев В. И. Прожекторное освещение: Библиотека электромонтера / В. И. Демчев, В. М. Царьков; – М.: Энергия, 1972. – 80 с.
15. Ефимкина В. Ф. Светильники с газоразрядными лампами высокого давления: Библиотека светотехника; Вып. 8 / В. Ф. Ефимкина, Н. Н. Софронов; – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 104 с.
16. ГОСТ 26695-85 Светильники. Общих технические требования.
17. ГОСТ 17677-82 Светильники. Общих технические условия.
18. Правила устройства электроустановок: 7-е издание/ Госэнергонадзор Украины; – К.:Форт, 2009. – 704с.
19. ДБН А. 2.2.–3 – 2004. – 60с.
20. Кудрявцев А. В. Методы интуитивного поиска технических решений/ А. В. Кудрявцев; – М.: Речной транспорт, 1992 – 112с.
21. Коллер Р. Метод конструирования машин, приборов и аппаратов/ Р. Коллер Пер. с нем.; – Springer -Verlag, 1976. – 132с.
22. Карлхайнц Рот "Конструирование с помощью каталогов: учеб. пособие для вузов по направлению "Систем. анализ и управление" и спец. "Системы автоматизир. проектирования" / К. Рот ; Пер. с нем. В. И. Борзенко и др.; Под ред. Б. А. Березовского; – М. Машиностроение, 1995. – 419 с.



## Додаток А

Перша цифра коду ІР показує ступінь захищеності СП від проникнення в нього пилу і сторонніх тіл і може приймати значення від 2 до 6:

- 2 – спеціального захисту від пилу немає; забезпечено захист від проникнення твердих тіл з максимальним розміром в поперічковому перерізі більше 12 мм і довжиною понад 80 мм, що виключає можливість дотику пальцями до струмоведучих елементів;
- 3 – захисту від пилу також немає, але виключена можливість дотику до струмоведучих елементів твердим тілом з максимальних розміром в поперечному перерізі більше 2,5 мм (наприклад, викруткою);
- 4 – захисту від пилу немає, але виключена можливість доторкання до струмоведучих елементів твердими тілами з максимальним розміром в поперечному перерізі 1 мм (наприклад, проволокою діаметром 1 мм);
- 5 – забезпечено захист від попадання на струмоведучі елементи й колби ламп пилу в кількості, що перешкоджає нормальної роботі СП. Повний захист від зіткнення з токоведучими деталями (Пилозахищені прилади);
- 6 – повний захист від попадання пилу у внутрішній обсяг СП (пилонепроникні прилади) і від дотиків токоведучими деталями.

Друга цифра в позначенні показує ступінь захисту від проникнення води всередину ОП. Ця цифра може бути від 0 до 8 і означає:

- 0 – вологозахист не передбачена;
- 1 – передбачений захист від крапель води, падаючих вертикально;
- 2 – забезпечено захист від крапель води, падаючих зверху під кутом не більше 15° до вертикалі (каплезахищені СП);
- 3 – захист від крапель і бризок, що падають згори під кутом до вертикалі до 60° (дожжезахищені СП);
- 4 – захист від крапель і бризок, що потрапляють на прилад з любого напрямку (брискозахищені);
- 5 – захист від водяних струменів, що падають з будь-якого напрямку (струезахищені);
- 6 – захист від проникнення води при непостійному попаданні на СП великих її мас (волнозахищені);
- 7 – захист від проникнення води всередину СП при зануренні його на певну глибину і заданий час (водонепроникні);
- 8 – захист від проникнення води при зануренні СП у воду на необмежений час (герметичні).

При ступені захисту 7 і 8 в технічній документації і на самих ВП вказується гранична глибина занурення (у метрах).

## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

д.т.н., проф. **НАЗАРЕНКО** Леонід Андрійович,  
к.ф.-м.н., доц. **ЧЕРКАШИНА** Олена Леонідівна

Конспект лекцій  
з курсу

### **«РОЗРАХУНОК І КОНСТРУЮВАННЯ СВІТЛОВИХ ПРИЛАДІВ»**

(для студентів 5 курсу всіх форм навчання спеціальності  
7.05070105, 8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла»)

Відповідальний за випуск *О. М. Ляшенко*

Редактор *С. В. Тимощук*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2010, поз. 96Л

---

Підп. до друку 02.11.2010 р.

Формат 60×84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 5,1

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.